Економски институт Бања Лука, 2021

ПРИЧЕ О ИНФОРМАЦИЈИ

физике, биологије, права

Растко Вуковић

Растко Вуковић
ПРИЧЕ О ИНФОРМАЦИЈИ – физике, биологије, права; Економски институт Бања Лука, 2021.
https://archive.org/details/price_202008

Рецензенти и лектори:

Душко Милинчић, информатика
Александра Радић, физика
Драгана Галић, математика

Горан Дакић, граматика

Груб превод на Енглески:

Rastko Vuković
INFORMATION STORIES – of physics, biology, law; Economics Institute Banja Luka, 2021
https://archive.org/details/stories_202008

Предговор

Скоро сви ови текстови излазили су седмично у колумни портала ,,izvor.ba'', почев од марта 2019. током две године. Били су ми изазов да покушавам једну веома стручну тему прилагођавати читаоцима који не познају теоријску физику или математику. Понекад презасићен, а некада мислећи да је тај покушај наиван, у међувремену сам припремао и друге текстове и књиге за упућенију врсту публике. То се на крају показало корисно и овде.

Оригиналне садржаје сам дословно пренео из (моје) три књиге наведене у библиографији, осим неких ситних исправки. Зато ћете наћи на наизглед непотребна понављања, јер текстови првобитно нису писани да би се морао имати увид у целину, а онда и на необично препричаване ,,доказе'' налик егзактним који су настајали у покушајима да разматрања излажем обичним језиком уместо математичким симболима, формулама и методама. Нисам мењао ни коси курзив истакнутих речи које су у оригиналима индексиране на крају, а овде нису.

Много тога не би се десило без (бесплатне) помоћи уредника портала и издавача књига. Не бих имао прилику да поново размотрим и изнесем критичне делове о теорији информације, не бих имао овај ниво тачности ставова и вероватно не би ни било ових списа.

Ипак су ово приче намењене људима које овакве теме не интерсују превише, или нису посветили значајан део свог живота да би их могли пажљивије пратити, те нема непотребно оптерећиваних делова логичким и техничким заврзламама. Са друге стране, знам да излагања опет нису једноставна и препоручујем им да не журе са разумевањем и не оклевају у читању делова више пута, некада и након дужих временских периода.

Аутор, 2020.

Садржај

Увод

Ово нису приче о класичној теорији информације Шенона, Хартлија или Гибса. Њима сам се бавио раније[1], много раније. Ове су настале на предлог уредника портала „izvor.ba“, мог пријатеља који је некако знао да ја ту имам шта новога рећи и да ћу то можда знати написати популарно. Затекао ме је и заинтересовао у време завршавања опширне „Квантне механике“ због чега сам правио толико много осврта на ту тешку област физике.

Теорија информације коју овде излажем разрађивана је и формално у књигама [1], [2] и [3], јединима наведенима на крају у библиографији, али и у многим другим мојим јавним и приватним текстовима. Читајући их поново, ове приче које су истим редом тамо уводне математичким излагањима, изгледало ми је да оне могу стајати и издвојено, у једној оваквој популарној збирци.

Централно место проблема којим се бавим у тим текстовима није био математички формализам, он то овде није био, колико његова интерпретација. Идеја је била да замислим неки „универзум информација“, према којој би простор, време и материја биле информације и само информације, а да онда евентуално нађем неку контрадикцију и да је објасним. Већ данас је тај почетак много теже разумети, јер не живимо више у оно време детерминистичке идеологије када се сложеност и савршенство веза појава свукуда око нас чинила „очигледним доказом“ да се на овоме свету ништа не догађа случајно.

Говорим о почецима јавног изношења својих идеја о „теорији информације“, што се догађало углавном неких десетак година пре првог од ових текстова. Било је и тада мишљења да је информација еквивалент неизвесности, али та неизвесност није била она о којој ћу вам овде причати. Она је то била зато што узроке не знамо, иако они постоје, а овде ће бити таква да би покушај претпоставке о постојању крајњих (нама непознатих) узрока саму теорију довео у контрадикцију.

[1] Растко Вуковић: ,,*МАТЕМАТИЧКА ТЕОРИЈА ИНФОРМАЦИЈЕ И КОМУНИКАЦИЈЕ*'', Друштво математичара Републике Српске, Бања Лука, 1995.

1. Физичка информација

У првој књизи [1] требало је расправити питање закона одржања информације. То је тај њен „физички“ део, по чему су маса, енергија или спин физичке појаве овога света, јер у затвореном систему њихова укупна количина остаје константна док се оне могу трансформисати из једног свог облика у други. У том смислу „подаци“ су оно што се трансформише, а „количина података“ је информација.

Најтежи циљ те књиге био је добити неки математички израз, недалеко од Шеноновог, за који би важио закон одржања информације, а што се мојим колегама и мени својевремено чинило немогућом мисијом. Међутим, показало се да такав израз постоји и да ове уводне приче у те формуле које овде не наводим, имају дубљи смисао.

1.1 Слобода

Јесте ли се икада упитали шта је то *слобода*, а да нисте морали тражити по неком политичком или филозофском речнику? Да бисте је узели просто, као „два плус два је четири“, без понирања у неко дубоко епистемолошко или когнитивно значење? На слободу се може гледати и једноставно као на нешто чега има више када је више могућности.

Слободу волимо зато што волимо оно што хоћемо. Затворени без права на кретање или спречени у жељи да једемо сладолед зато што нам шкоди слатко или у сиромаштву јер немамо новца, слободу нам тада ускраћује правна држава, наше здравље, лоша економија. Не волимо када немамо слободу, јер „никада се не зна“ шта бисмо хтели да имамо, па је желимо просто зато што волимо да бирамо. Ходање по продавницама, живот међу изазовима, узнемиравање – све је то слобода.

Јесте ли приметили да управо зато што је пријатно, бирање је напорно? Напор мишића да ради и промене које чинимо последице су наших избора, у крајњем, оне су резултат наше слободе. Дубља анализа ,,количине могућности`` показала би да је она у складу са физичким дејством, али не мислим само на ту евентуалну непријатност чињења, него и на невољност суочавања са дилемама.

Истраживања ће показати да мозак не воли неизвесност, бар онолико колико је воли. Овде мислим на онај осећај тескобе пред проблемима због опција, када нам се чини да нема решења или да ће нас стрпљење издати пре него што га нађемо и када бисмо желели да се препустимо као кладић низ воду. Ми волимо ред када не волимо могућности.

Закон и правни поредак тражимо због сигурноси коју они нуде, а затим и због ефикасности коју прижељкујемо надајући се још већој сигурности. Као и сигурност, слобода је дуална појава зато што је волимо мање када је имамо више. Ми се зато волимо организовати јер не волимо опције, а волимо опције да бисмо се боље организовали. Тако долазимо до појма слободе као нечега неопходног за развојност, а онда до потребе за развојем да бисмо имали сигурност, такође и ефикасност, да бисмо имали мање слободе.

Појава слободе неодвојива је од појаве неизвесности, па онда праве слободе нема без страха од развоја или, напротив, без осећаја задовољства у владању могућностима. Дивимо се вештини решавања проблема, као и лакоћи живљења, због истог разлога. Због страха од слободе, односно од радости од способности суочавања са њом. То су оне исте емоције које државу терају у диктатуру или у развој.

Слобода као „количина могућности“ нужно доводи до закључка да је сигурност супротност слободи. Заменити парче слободе за парче сигурности тада је губитак и једног и другог, јер самим одузимањем слободе смањујемо неке дилеме и постајемо безбедни од права на суочавање са животом. Од чега је тигар сигуран у кавезу?

Слобода је право на опције, на развојност, на могућност удобности, а не гаранција. Она је таква напорна појава!

1.2 Либерализам

Либерализам је покрет француских револуционара (liberté, égalité, fraternité) уочи 1800. године за слободом и њеном заштитом од стране правне државе. Био је то бојни поклич за ослобађање за аристократију претећих потенцијала једнаких и, на ужас тадашњих монарха, позив на братску борбу руље против хијерархије. Знамо да свако добро има и лоше стране, али демонима либерализма још се нисмо озбиљно бавили.

Једна од мрачно-светлих страна либерализма доћи ће нам из сазнања да *једнакост* генерише сукобе. Жестина спортских такмичења долази из фер правила, оштрија је конкуренција равноправних, веће су неизвесности једнаких шанси, па испада да природа не воли једнакост.

Бог не гради дуге праве линије, он једва да може да произведе две једнаке пахуље снега и никада није био у стању да сам смисли нешто попут Фордове производне траке, а умишља тако много! Ипак, људи су и у много тежим стварима њему помагали, па до даљег остаје дилема: хоће ли либерализам заратити са тим апсолутом или ће га јадног само игнорисати? Зато му је добро да ћути и да се крије.

У друштвима *равноправних* лакше ничу хијерархије, јер – сада знамо – природа не воли једнакост. То видимо у овладавању америчке демократије корпорацијама, комунизама од њихових доживотних председника, револуционарне Француске од императора Наполеона или једнаких пред Богом од стране инквизиције. Хијерархијама годи равноправан народ. Тамо су оне као ајкуле у мору ситне рибе, спремније за даље међусобне борбе.

Зато што им одговара равноправност зато су нове хијерархије либерализма кренуле ка глобалном друштву, не схватајући да равнање света (у њихову корист) кошта све више и више, а заузврат добија све мање и мање, јер природа не воли једнакост. Ми који не пратимо те трошкове исто можемо да приметимо на расту *правних система*. Из дефиниције либералне државе, која штити слободе грађана, следи да држава мора рекетирати грађане, одузимати им слободе у име слободе.

Њој треба све више репресије против отпора једнакости (која генерише сукобе), а онда и више равноправности као основног ткива права. Више права ствара већу потребу за правом на спонтан, незаустављив и у том смислу стабилан начин. Они најспособнији у коришћењу слобода постају његове највеће жртве, па државе са највише права (регулације, администрације, бирократије) на крају успоравају са развојем.

Правно уређена држава временом бива све више ефикасна у заштити својих олигарха, боље него иједна држава у прошлости. Тако добијамо све мањи проценат оних који имају све већи проценат свега. Непријатна нарастајућа неравноправност настаје, слично претходном, управо у ходу ка наводној равноправности. То би се могло приказати и као велика завера природе против малих обичних људи, евентуално у корист технократа који вребају са стране.

Ако либерализам не зауставе поменути апсурди, природа ће своје гонити и даље. Државе ће тежити формама стабла дрвета сатканог од живих ћелија или неким сличним сложеним живим бићима. Њима и нама заједничко биће рађање сопствених универзалних јединки које умиру специјализоване, које еволуирају у мање слободне, мање паметне на уштрб целине и контролисано репродуктивне.

Право ће лакше надвладати застареле хијерархије попут породице, обичаја, религије, него нове борце које је изнедрио сам либерализам. Ту пре свега мислим на савремене власнике новца и моћи који ће пре или касније хтети овладати правом. У почетку опрезно, рецимо са наивним лобијима или повременим узвраћањем правне државе по корупцији, када ћемо је видети као сукоб добра и зла, затим равнотежу јин-јанг, женског и мушког принципа, да би на крају она могла постати борба за живот у којој навијамо против правних ограничења.

Либерализам је идеологија слободе која у име ослобађања рађа контролу већине од стране система и система од стране малобројних. Па ипак, стрепећи од других адута које природа скрива у својим рукавима, због притиска моћника, а на крају и због навике и незнања, остајемо у либерализму.

1.3 Истина или лаж

Пита ме један како да разликује *истину* од *лажи* у данашњим медијима. Питања истине и неистине су највеће тајне универзума и сваки нови помак у тој области преокреће изглед наше цивилизације. Није могуће имати ,,универзални кључ`` за истине осим ако си господар свемира. Мислим тако, али ипак одговарам да постоје одређени начини.

Највеће је чудо да нам је истина уопште доступна и то чудо открили су древни Грци. Они су први разумели мистичан однос између претпоставке, импликације и последице. За сваку тврдњу установили су само два стања – тачно или нетачно. Нема трећег. Приметили су да из нетачне претпоставке (добром) дедукцијом произилазе и тачне и нетачне последице, а из тачне само тачне и био је то почетак математике. Када можемо доказати да је неко тврђење и тачно и нетачно, онда имамо *контрадикцију*, а када је имамо, онда је претпоставка нетачна. Затим, нетачна претпоставка значи да је њена негација тачна. И то је то. Дедукција је од тада користан додатак контрадикцији, али њен сјај бледи.

Према томе, врховни доказ за откриће лажи је контрадикција. Меке верзије су основане сумње, попут опијајуће лакоће ,,доказивања``. Друге долазе из теорије игара. Алатке игре на победу су жеља за победом, агресивна игра и лаж (лукавост). Снага ове треће опада разоткривањем, а то нам отежава посао, јер је боље ,,пакују``. Ако је у току надметање, негде се налазе и лажи, али играч на компромис, стратегија добар-добар не иде на победу, па то даље компликује ствари. Мањак лажи је врлина ,,добрице``; за разлику од ,,злоће`` који ће чак и са губитак-губитак (напредовање жртвом) вероватно победити. Агресивна особа (институција) у друштвеним надметањима која стреми успеху или моћи одважна је, дрска, мора да лаже. А то је већ нешто у разоткривању?

Методу контрадикције не виђамо свакодневно зато што је тешка и одбојна. Она је игра за ретке. Математика је тело у које такви стављају тврђења, а које нам оно враћа ако су тачна. То апстрактно тело можемо замислити и као робота који за нама понавља само тачне реченице. Јасно је да у телу истина нема места за ,,брицу који у свом месту брије све оне и само оне који се не брију сами``? Дотични робот не може рећи ,,ја лажем``, али може рећи ,,ја не могу рећи лаж``. Он може једном рећи ,,ја не могу рећи лаж два пута``, али ово не може рећи два пута. Ако сте разумели, онда сте талентован математичар и немам шта даље да причам. А ако нисте, онда је јасно колико је метода контрадикције тешка!

У примерима попут ових, Бертранд Расел је 1903. године открио *парадоксе* у тадашњој тзв. наивној теорији скупова која је затим кориговања. Гедел је 1931. године доказао *теорему непотпуности* која каже да није могућа структура истина која би све своје истине могла сама доказати. Овим су додатно смањили важност дедукције, као и моћ аксиоматских теорија. Укратко, не постоји скуп свих скупова, не постоји теорија свих теорија, нема формуле свих формула. Штавише, иако нас (супстанцу) непосредно покрећу само истине, оне се могу правити и од лажи, рецимо негацијом или импликацијом.

Контрадикција је много тежа од дедукције и зато су дебате популарније од геометрије. Зато увелико полемишемо и производимо статистички значајне проценте судски погрешно осуђених, наивно настојећи да ту нешто поправимо у незнању да смо заправо жртве шкртарења природе у давању информације. Грци су приметили одшкринута врата за истине, а ми да природа своје истине не даје радо. Њену шкртост препознајемо у опијајућој лакоћи полемисања (из нетачних претпоставки), у већој привлачности лажи и полуистина од истина, у већој брзини ширења дезинформација интернетом или у чињеници да је лакше кодирати него декодирати. Зато што је *информација* већа када је мање вероватна чешће се реализују вероватнији догађаји. Тешкоће са истинама, дакле, нису само наша ствар, него је то универзално начело.

Тај универзални принцип, да природа не воли истину иако је само истина непосредно покреће, олакшава живот лажовима, такмичарима, манипулаторима. Он свет чини занимљивијим и открива нам неке дубље везе између податка, информације, дејства и интеракције. Али о томе ћемо неком другом приликом.

1.4 Феминизација

Локално и шаљиво у некој приватној преписци са колегама употребио сам израз *феминизација* за физичке процесе који одустају од вањског света. Уреди ти прво своју средину, а онда ћеш лако даље -- добронамерно су коментарисали ширећи му значење, али саветујући ме ипак да не развијам идеју и примене. Да не дангубим.

Други закон термодинамике, познато је, говори о спонтаном преласку топлотне енергије са тела више на суседно тело ниже температуре. До Болцмана 1905. године, корацима од Клаузијуса, Гибса и Карноа, тај је закон примећен у облику спонтаног раста *ентропије* (нереда) у једноликом распоређивању молекула ваздуха у соби.

Аморфним, безличним молекулама гас као да сакрива информацију о себи, смањује њену емисију вани и бави се унутрашњим уређењем, па је згодно рећи да феминизира. Покушајте сада исти процес не разумети као повећање нереда (ентропије), него напротив – као повећање унутрашњег реда и ето вам потребе за бољим термином. Ето и открића наличја ентропије, односно нереда.

То се може посматрати још општије. Неизвесност пре бацања новчића, слушање вести, несреће реализује се у информацију након. Новости размењујемо комуникацијом, као и честице последице својих интеракција. Због мноштва могућности интеракцијама нема краја, али оно што је кренуло стиже. Сматрамо да је информација пластична попут енергије, да се и она трансформише из облика у облик, не настајући ни из чега нити нестајући ни у шта, јер иначе доказ *експериментом* не би ваљао.

Из овог закона одржања, међутим, следи коначност сваког својства информације. Наиме, *бесконачан* је онај скуп који је количином једнак неком свом правом делу. Из истог одржања разумемо да је и неизвесност информација. Када унутра има мање неизвесности него вани, уређивање унутрашњости је мање ризично од вањских похода, предвидљивије је и питомије. Окретање ка тој страни непознатог јесте феминизација.

Ако сте ово разумели, онда ћете ,,феминизацију`` лако пренети на *жива бића*, јер су њихова главна својства управо опције и одлучивања. Популација мање угрожена од вањских опасности прилагођава се и феминизира. Иницијативе биљоједа, сакупљача или лешинара мање су дрске према вани него код звери.

Ако није у агресивној средини, интровертна врста може еволуирати ка оптимуму када би је свака промена само кварила. То савршенство има своју цену у заостајању и застаревању у односу на динамичну околину. Зато су надвладале двополне врсте, боље адаптиране на сложене односе и дивље средине са мушким полом који би преузимао страдања или успехе у ситуацијама ризика?

Знак питања стоји, јер је ово неистражен терен у *биологији*. Ипак, прихватамо да јединке у младости срљају и стичу искуства за зрелост, а да успоравају са авантурама у старости. У том смислу су и саме организације живих бића попут живих бића, па употреба нове одреднице допире и, рецимо, до друштвених појава.

Свака од 30-ак познатих цивилизација које су феминизирале претходно су биле у експанзији, неретко бруталној. Феминизација није означила крај баш све и једне цивилизације, али никада се није десило обрнуто – да она означи империјални успон неке. Препознајемо веће шансе за драстичне промене путем вањских неизвесности, а унутрашње уређивање као награду и смирај које без првог дела није било могуће.

Доследно, Сулејмана Величанственог (тзв. Законодавца) видимо као прекретницу успона Отоманске Империје и почетак ,,слатког пада`` тог ,,царства којим управљају жене``, као и друге успешне цивилизације које су преко свог халапљивог успона и богаћења стизале до сигурности на свом крају. Даље се питам: да ли радни израз ,,феминизација`` можда и није само хомоним оном познатом из свакодневног говора?

Питања је заправо много више. Да ли је препоручени користан рад нешто најкорисније што бисмо могли радити, шта би пракса без добрих теорија, да ли (правним) редукцијама агресивности заиста градимо бољу будућност?

1.5 Живот

Ето шта је *живот* (цитирам једну старију госпођу): ,,на једна врата уђеш, на друга изађеш и готово!`` Може ли се и о томе рећи нешто егзактније? Сигурно је да може, али за почетак заборавите на уобичајене расправе о смислу живота и ,,науке`` о њему самом.

Живот се може дефинисати и помоћу комуникације и алтернативно помоћу дејства – производа енергије и трајања. Овај други појам је науци познатији, па га размотримо првог. Не постоји део познате материје без макар некакве енергије и трајања, а опет природа као да их жели што мање. За сваку познату трајекторију физичког кретања важи *принцип најмањег дејства*! То је основна алатка теоријске физике и још увек без значајне даље примене.

Таласи се крећу кроз средине различитим брзинама, преламајући се или одбијајући, стално најмање трошећи времена између два места на путу. Интеракције честице са околином се дешавају при најмањој могућој размени енергије. Ту шкртост дејства потврђују чувене Ојлер-Лагранжове једначине (1750) из којих затим изводимо и геодезијске линије кретања у разним областима физике, укључујући релативистичку и квантну механику. Разни минимализми се редовно потврђују експериментом. Управо та потреба супстанце да не делује, њена себичност, међутим, омогућава јој поседовање вишка дејства.

Супстанца доказује своје постојање дејством, али са друге стране и комуникацијом. Размена информације је утолико већа што је мање вероватна, а мање вероватна је ређа, па се претходна логика минимализма дејства сада понавља са информацијом. Природна штедња информације постаје новооткривени принцип који такође покреће акумулацију информације.

Супстанцу са вишком дејства и информације коју нерадо називамо физичком, назовимо ,,живим бићем``, за разлику од оне која тога вишка нема. Мртва твар има минимално дејства и комуникације, а онда то значи да их жива бића имају више: жива ћелија садржи више

информације од неживе супстанце од које се састоји, она има више опција на располагању и чини више одлука. Открива је кретање мимо решења Ојлер-Лагранжових једначина.

Из новог принципа -- да природа шкртари са емисијом информације – долазимо до дефиниције живих бића са информацијом у вишку. Свог би се вишка живот лакше одрицао да околна твар није попуњена и зато га се мора решавати на рате интеракцијама, па и организовањем. Не комуницира се са сваким, што води удруживању првенствено сродних.

Сродност је прилика за ,,организовање`` што је заправо одрицање од личних слобода, од вишкова опција, од вишкова информације и дејства. Колектив настаје преузимањем акумулираних индивидуалних вишкова. Одричемо се дела својих слобода у корист правне државе, ради сигурности и ефикасности, као што живе јединке понекад еволуирају у вишу структуру. Оне се уграђују, ограничавајући себе у корист колектива, па доследно новој дефиницији живота кажемо да је и сама организација живих бића такође неко *живо биће*.

Сродност ткива живог бића иде до почетне универзалности живих ћелија. Одрастајући оне се специјализују, доприносећи тако ефикасности живог ткива. Реплика принципа минимализма. *Интелигенција* је способност коришћења опција (ревидирана дефиниција), те боље организован може бити и мање интелигентан. То се очекује еволуцијом организације.

Сложеном организму боље стоје послушници, они у уском сегменту послова, дакле специјализоване ћелије мање аутономне, не више непредвидљиве сваштаре, нити неке превише паметне, али ни такве које би се неконтролисано размножавале. У том правцу иде и развој друштвених система?

Описано гледање на живот није непознато *биологији*, али оно овим добија дубља значења. Дарвинова еволуција траје не самим случајним одабирањем, које би због мноштва могућности тежило расулу, него и принципом информације који га води ка организацији. Живот јединке, колоније, па и врсте, тако постаје попут буре на океану. После олује гране сунце и све се смири, као да је невреме било нежељени поремећај, а његово смиривање успех, али ми додатно, видимо и неку привлачност у немиру. Покреће нас лепота живота.

1.6 Једнакост

Каже ми један колега да испричам нешто о *једнакости*. Може, али да се зна да природа не воли велика равнања ни у којем погледу и да је ми у том смислу силујемо. Природа мрзи равноправност и чиниће све да осујети идеологију правних система.

Барабаши, амерички математичар румунско-мађарског порекла, рођ. 1967, од 2000. године истражује мреже. Интернет, далеководи, популарност, ток новца – примене су његових открића која једном утврђена постају универзална ствар.

Мреже постају гушће повећавањем броја чворова – рецимо нових корисника веба или раскрсница саобраћајница, а равноправност се изражава насумичним повезивањем новог упоришта са већ постојећим линијама. Тако се ипак издвајају центри, *концентратори*, са много повезница, просто

због растуће вероватноће повезивања. Они су агрегатори, монополи токова новца, базе података, командна места, увек малобројни и у функцији уштеде комуникације својих мрежа. Карактеристика су расподеле тзв. *степеног закона* (енг. power law).

Правило *шест корака раздвајања* је последица Барабашијеве расподеле. Слободно настала познанства са неким ко зна некога ко зна неког и тако редом у (око) шест корака од-до повезаће (скоро) сваки пар особа ма како великог мноштва. Лакоћа повезивања опет се постиже преко ретких појединаца са многобројним познаницима. Инсистирање на другачијој равноправности, на пример конекцијом баш сваког пара чворова, доводи до брзе загушености мреже, а везање само суседних, као у дечијој игри *глувих телефона*, до успоравања и непоузданости.

Синергија (грч. συνεργοζ – радити заједно), стање у којем је целина нешто већа и другачија од својих делова, сада значи акумулацију информације. Настали бонус постаје животност произашла слободним развојем мреже и спонтаним издвајањем концентратора. Показаће се да исту форму следи и *Нешов еквилибријум*.

То је теорија Џона Неша, америчког математичара и добитника Нобелове награде за економију (1994), познатог из биографског филма ,,Бриљантни ум`` и улози Расела Кроуа. Он је радио на равнотежама у играма, местима такмичара у којима појединi учесник не може остварити предност излазећи из групе. Типичним за тимски рад. У основи је математички модел, па је зато и широко применљив.

Слободно тржиште гради Нешове еквилибријуме попут вртлога из којих се фирме у борби за профит не могу лако извући. Економија је динамична, па њена привлачна места временом слабе до потпуног краха учесника или до стварања критичне масе вољне да пређу на боље. Настају кризе капитала које је открио *Карл Маркс* називајући их преласцима квантитета у квалитет. Сада их гледамо као спонтану организацију, ефикасност мреже и штедњу информације.

Комунисти су покушавали да избегну слободно тржиште етатистичком економијом (државно вођеном) компромисима жељеног и могућег, дакле губитком дела од оба, што је водило познатом заостајању. Тек од недавно, након појаве наизглед неспојивих модела, Барабашијевог и Нешовог, можемо даље разумети да повезнице чворова мреже и стратегије игре имају заједничку форму, а затим зашто и како су њихове ефикасности усклађене.

Заједничко овим случајевима је штедња интеракција и бежање од једнакости. Пустимо ли природи на вољу радиће нам што нам се неће допадати, пркосиће нашим идеологијама и иритирати нас да је сменимо са дужности. *Равноправност* кошта, а у том трошку је и пад ефикасности, па имамо све више правника, све више државних регулатива, све мање слобода и увек превише грешака и злоупотреба права све док имамо чиме да плаћамо догму.

Зато што желимо да верујемо да идеја равноправности није контрадикторна или да се равноправности може прилазити све ближе (што је исто), а ради оправдања рада наших законодаваца, природи би боље било да постоје једнаке особе или бар једнаки услови. Јер ми смо ту да се она пред нама склања!

1.7 Данинг-Кругеров ефекат

Данинг-Кругеров ефекат је когнитивна предрасуда у области психологије према којој људи нижих способности имају илузију супериорности и погрешно вреднују да су паметнији и способнији него што јесу.

Дарвин (Charles Darwin, 1809-1882) једном је записао: ,,Незнање чешће рађа самопоуздање од знања``. Због те комбинације слабе самосвести и ниске когнитивне способности која води до прецењивања себе, *Расел* (Bertrand Russell, 1872-1970) рекао је да је проблем овога света у томе што паметни у све сумњају, а глупани све знају.

Приликом истраживања овог ефекта који је по њима назван, Данинг и Кругер су поред осталог (1999) замолили испитанике да вреднују различите шале, своје и туђе. Некомпетентни људи, показало се, нису само лоши извођачи, него су били и мање способни да препознају квалитет свога рада у односу на друге. Није необично да ученици који су били лошији на испиту осећају да су ,,заслужили`` бољу оцену.

Сагледајмо сада ову појаву са становишта теорије информације уопште у колективима (људи, живих и неживих бића, случајних догађаја). Масу равноправних јединки видимо као аморфан безличан скуп, максималне ентропије (нереда) за који можемо додати да има најмању могућу емисију информације ка вањском свету и у том смислу најбоље је ,,феминизиран`` (окренут себи). Редукцију вањске комуникације једноставно назовимо мањом ,,памећу`` групе равноправних која би таква морала бити мања од просечне ,,памети`` својих јединки. То заглупљивање индивидуа у маси примењено на жива бића значи да Д-К ефекат не долази од мање интелигенције (IQ) испитаника, него од њихове равноправности!

Памет масе могуће је констатовати референдумским питањима на сличним тестовима као и памет појединаца, а добијени резултат треба разликовати од других способности, рецимо да њих више ураде више посла. Не сумњам да би такво мерење потврдило аналогију из теорије информације – закључак да је маса равноправних мање ефикасна од неравноправних, од хијерархије, наравно, у односу на вањски свет.

Та ефикасност може се дефинисати као сигурносна, економска или нека трећа из теорије игара, свеједно је. У сваком случају, ефикасност је вишак емисије информације[2] ка вани (изван колектива), што заправо значи губитак информације, трошак, јер информација попут енергије мења облике (кинетичка, потенцијална, топлотна, хемијска), али не и укупну количину. Информација је мера (променљивих) података.

Губитак информације у ефикасности (временом) огледа се у смањењу спобности комуникације јединки, ограничењу њиховог владања опцијама, смањењу индивидуалних слобода у корист одржавања ефикасности колектива, затим временом у заостајању колектива у променама, односно његовом застаревању у односу на вањски свет. Да је последица ефикасности мањак развојности – ретко је познато. На једној страни су мноштво опција, слобода и развојност, а на

[2] Није познато у теорији игара, за сада.

супротној су сигурност и друге ефикасности, а друштва у складном развоју теже оптимумима ових супротности.

Оно што се о Д-К ефекту такође не наводи у књигама психологије је разумевање његовог изостајања. То су ситуације јединки у хијерархијама. Ако се и ово потврди (неким будућим мерењем), онда је основано рећи да је за тимски рад ефикасније бирати појединце различитих специјалности. Исто долази и из тезе да природа ,,не воли`` равноправност, а обоје из ,,принципа информације`` – да природа шкртари са емисијом информације, односно да радије реализује више вероватне догађаје (који су мање информативни).

Према томе, погрешно је процењивати људе са вишком самопоуздања као некакве глупане. Њихову појаву треба посматрати шире – као успех демократије у којој они живе.

1.8 Апатија посматрача

Апатија посматрача (или ефекат посматрача) јесте социјална и психолошка појава у којој појединци у присуству веће групе показују мањи интерес да помогну жртви немилог догађаја. Што је више посматрача, мања је шанса да ће неко интервенисати.

Ту је појаву открио амерички психолог Џон Дарли објављујући један прилог у Њујорк Тајмсу 1964. године о убиству 28-годишњег младића Китија Ђеновеза тврдећи да је 38 сведока посматрало напад, али нико од њих није позвао полицију нити је понудио помоћ. Много је стручних књига од тада написано о ,,Ђеновезе синдрому``, али верујем не много о ономе оно што ћу вам сада испричати.

Принцип најмањег дејства (производ енергије и времена) једна је од основних алатки теоријске физике. Међутим, колико год она била непогрешива у предвиђању трајекторија кретања супстанце, како у класичној физици тако и у релативистичкој или квантној, увек је упорно остајала без шире примене изван науке. Све до данас.

Ако знамо да је физичка информација израз (еквивалент) физичког дејства, тај принцип минимализма постаје и *начело шкртости* информације, њеног неразметања. Суздржаност у комуникацији влада свуда око нас – од преламања светлости по путањи најкраћег трајања, преко падања тела у гравитационом пољу путањама најмање потрошње енергије, па до спонтаних процеса „феминизације“, односно тежње физичког система да смањи ,,уређивање`` вањског света на уштрб свог. ,,Ђеновезе синдром`` је, једноставно речено, последица таквих процеса. Ево како.

Штедећи, материја се може груписати и стварати вишкове дејства (немире) и вишкове информације (живот), па и више од тога. Жива бића се тако даље организују и у сложеније системе, у још више нивое живота, несебично предајући своје делове информације (степене слободе) или дејства заједничком поретку. Такође спонтано постајемо ћелије неког ткива наше будуће све сложеније организације, еволуцијом формално сличном многим другим живим ткивима: по универзалности у рођењу (штедња начина комуникације), по специјализацији у зрелом добу (штедња начина дејства), по паду слободе (штедња информације), паду интелигенције (штедња комуникације) и способности репродукције (штедња дејства).

,,Ђеновезе синдром``, доследно томе, представља предају себе, уградњу својих вишкова у вишу хијерархију. Што се нас данас тиче, то је пре свега правни систем. Људи адаптацијом на сопствени друштвени поредак постају мање склони личним инцијативама изван и све више вољни да се за решавање проблема ослањају на систем. Развијајући се таквим токовима, покрета и појединаца, све мање тога видимо у личној одговорности, а све више у законодавству (не идем даље да не бих полемисао са политиком). Када верујемо у систем, онда нам окружење попут касарне постаје идеал и онда заиста слаби ,,ефекат посматрача``.

Другим речима, појединци уређеног друштва препуштени ситуацијама равноправности постају блокирани. Њихова апатија је потврда напредне демократије у којој живе и њихове вере у правни систем. Ако је ова теза тачна, онда ће испитаници убеђени да је систем ,,вредност`` и доведени у услове једнакости показати већу апатију посматрача. То је могуће тестирати рецимо код анонимних путника у аутобусу, пролазника на улици, гледалаца у позоришту.

Важи и обрнуто. Ако не желите да инцидент анонимни посматрају апатично, нарушите равноправност, произведите хијерархију намећући себе привремено за лидера. Одлучно преузмите иницијативу у запаљеном позоришту, командујући поретком напуштања просторије и спасићете многе. У случају агресије на пролазника храбро викните ,,Људи, он/она напада ту особу! Зовите полицију!`` и нови ауторитет покренуће публику. Сетите се да Наполеон није био физички јачи од својих војника, али имао је способност доминације и постајао би мајстор претварања апатије у убојито оруђе и оружје.

У случају када нисте у мноштву, шансе за деловање су вам утолико веће што вам се ослањање на систем чини даље.

1.9 Диктатура

Највећи проблем са диктаторима је што нису у стању да виде корист од истине и слободе. Понесени ентузијазмом који долази са редом, па онда и због предрасуда, они превиђају наилазак застаревања.

По овој одредници *диктатуре* су утегнута друштва која прво убрзавају, а затим успоравају, као на пример недавни *фашизам* у којем је држава била прокламовани господар, а не слуга народа. Или *комунизам* (диктатура пролетеријата), а сутра можда *либерализам* због своје основе у потреби да преузима права појединаца у име њихове наводне слободе.

Да смо ми пчеле или да имамо плићу памет, мање перцепције, скромнију радозналост и слабије нагоне за развојем, могли бисмо се стотинама милиона година рађати и умирати простији, под условом да ресурси трају. Еволуција не стоји и полако бисмо се адаптирали на смањен број компликација. То се у природи стално дешава, а развој интелигенције толико је невероватан чин -- ми смо један од ретких преживелих међу небројено милиона пропалих процеса – да истрчавање наше врсте у том смеру доводи у оправдану сумњу неке поставке биологије, њена принципијелна питања.

,,Боља теорија даје бољи смисао чињеницама`` – мото је којим редефинишемо природне појаве. Тако овде прво прогласимо да постоје *избори* и да је могуће *доносити одлуке*. Затим, нека је *интелигенција* способност контроле опција, а *слобода* њихова количина слично класичној информацији. Са тиме смо на терену математике где има више истина него што их је могуће замислити и то је већ први нерешив проблем диктатуре која би да не заостаје.

Нема најбољег критеријума (*Аровљева теорема*), нема истине свих истина (*Геделова теорема*), нема скупа свих скупова (*Раселов парадокс*). Математички засноване теорије праве непремостиве препреке са којима нема компромиса, али заузврат оне нам омогућавају релативно лако и неограничено надовезивање тачних конструкција. Наглашавају нам и тешкоће и јасноће.

Са друге стране, претпоставка да верујемо физичким експериментима води закључку да информација не настаје ни из чега и да ни у шта не може нестати. Она пластично, попут енергије, мења облике и задржава количину. Перцепције су тада не само интеракције него и комуникације, а информација, слобода, дејство и истина – еквиваленти су. То је чудно, али згодна страна магије физике јесте да су њене појаве, за које важи закон одржања (енергија, маса, моменти, спин), добрим делом узајамно преписиве.

На пример – аналогно повећању притиска смањењем гуране површине, штедња личног дејства на једној ствари оставља га више за нешто друго. Менаџеру који се држи једноставних дневних рутина преостаје више креативности у важнијем послу, што је такође шанса и за мање паметне који обично боље подносе ограничења.

Свака акција слободе (перцепција) има своју реакцију у некој препреци (окружења) и обрнуто, а укупна слобода је резултат сучељавања (многих) могућности и ускраћивања. Ово подстиче ентузијазам некима жељнима слободе који у ограничењима диктатуре виде ослобађања, али дуално и понекима које отворене могућности плаше. Слобода је овде укупна *информација перцепције* која је збир производа способности јединке и одговарајућих спутавања околине.

Не улазећи у алгебру, могуће је осетити да нам управо норме апсурдно и дефинишу хтења и значе мањак слободе, а за ово друго само кажемо – јер су материјалне опције потрошиве. Суштина слободе су те могућности, а оне су неизвесности ових оригиналности. Бит свих њих је непредвидивост.

Нема истинских открића на зацртаним стазама, па је поредак кочница креативности. Оно што памет законодавца може осмислити као правила игре у привреди, школству, ходању улицом, увек је преуско за неког генијалца који би се тамо могао појавити. Неког од оних ретких који стварају ново, нечега најпотребнијег диктатури.

Попут брода којег јаки мотори гурају по зацртаном правцу и који сигурно и ефикасно следи маршруту, тако и диктатура у најбољем издању води своје путнике у извесност, игноришући штошта можда и боље успут. Слепило на развој једна је цена претераних ограничења, а друга је заглупљивање, јер се ми као врста такође прилагођавамо. Када еволуирамо у једном правцу,

закржљавамо у неком другом смислу – проклетство је добре утегнутости, јер је смерова развоја увек превише.

Тако разумемо да је велики проблем диктатура и њихово спутавање наше мисије да будемо људи. Да останемо радознала и интелигентна врста на овој планети.

1.10 Злочин и казна

Нема ваљаних доказа да продужавање законских *казни* смањује проценат *криминала* у друштву. Додатно, познато је да засићеност друштва законима смањује шансе развоју, па се намеће питање зашто тежимо све строжим и све гушћим законима? Зашто у наводној борби за правду ватру гасимо уљем?

Шта ће бити сада, питали су ме пре пар година поводом предлога *Закона* о породичном насиљу[3]. Закон ће изаћи и повећаће се насиље (можда и значајно), а онда ће то бити прилика за даља заоштравања казнене политике. Данас знамо да су се сва ова три предвиђања потврдила, али да исти аргументи нису добили на популарности. Већа претња *затвором* провоцираће већи афекат, али и приближаваће *убиство* његовом наводном разрешењу: боље ми је да је одробијам мртву, него да ми се смеје док ја робијам. Иза те лабаве интерпретације, наравно, стоје дубљи разлози.

Бројне су статистичке потврде, друга експериментална истраживања, али и неки ставови *теорије игара*[4] којима се доказују да није тачан ,,рационални закључак`` да већа казна води мањем криминалу. Због тога што прецизна анализа тражи паметног и објективног саговорника схватамо да наши захтеви за ,,више реда`` не долазе из научне трезвености.

Слично се понавило и са мојом недавном критиком тзв. Тијаниног закона[5], сада већ изгласаног у Скупштини Србије (21. 5. 2019), а можда ускоро имитираног и у Републици Српској. Држава не сме да се бави одмаздом, наводим, па се онда из законодавства као и из истраге или судских одлука морају искључивати лично заинтересоване особе. Међутим, уместо изузећа у имплементацији Тијаниног закона лично заинтересована лица добила су главну улогу. Штавише, са око 160.000 потписника петицијом грађани су ,,хватани на фору`` (ко ће рећи да је против ,,заштите`` деце), на начин како би се могли издрамчити многи други закони, а то је онда даље сматрано политички коректним.

Паду кредибилитета законодавства увек прете политичке манипулације. Оне се у овом случају откривају у званичној подршци позитивних страна новог закона без помињања оних других делова. У кокетирању са емоцијама које нагињу *одмазди*, у схватању да би у случају судара силе и истине истина лако губила. У зебњи да би политичари могли учинити да друге ,,две ноге`` државе потчине под своју и открићу да је само ствар њихове милости да ли ће то и хтети. У сумњама да они не желе ту врсту *диктатуре* која би неминовно резултирала успоравањем нашег развоја.

[3] Сл. гласник РС, бр. 94/2016.
[4] Heiko Rauhut: *Higher Punishment, Less Control*? – Experimental Evidence On the Inspection Game; July 20, 2009
[5] Иницијатива за строжије казне убицама деце.

Стручни и поштени *правници* признаће да овај закон није сасвим у складу са нашим Уставом или са међународним законодавством, али рецимо да то овде није битно. Са становишта ширих истина небитно је да ли су регулације овакве или онакве, него да ли оне коче креативност друштва. То би требао бити једнако важан приоритет законодавства, упоредив са принципима људских права или поменутим његовим одвајањем од политиканства.

Поштени правници могли би признати да очекивани манијаци, злочинци повратници, почесто и не доспевају у затворе колико у луднице, па Тијанин закон циља (скоро па) у празно, односно да је статистички мање значајан од колатералне штете коју има шансе да направи. Такође, поштено је рећи да законодавство много више греши него што призна да греши и да строгост увећава његову неправедност. Грешке закона погоршава што *способнији* људи, они чија нам је агилност, предузимљивост и досетљивост најпотребнија, чешће упадају у његове откосе као невине жртве правосуђа.

Дакле, опасност за повећање криминала у друштву долази од оних који би га наводно сузбијали, али то није све. Наши *политичари* нису само наши, па зато они и морају да лажу и да манипулишу. Открива их рецимо јачање овлашћења извршитеља, који као да су ту да би дисциплиновали мале неваљале неплатише одузимањем њихове крупне имовине. Али, ћутање власти на вапаје ,,ситне раје`` која на овај начин тоне дубље у бескућнике баца сумњу на ММФ[6] и његову наслоњеност на крупни капитал. Правимо ли овде тим јакима лакши плен?

Утицај крупног капитала има два лица. У тренду је да *богати* буду још богатији, да их је (процентуално) све мање и да имају све више (свега), а да они други буду све слабији и безопаснији. Богати утежу своје хијерархије и правном државом осигуравају и увећавају стечене вредности, али им унутар пука више одговара стање нереда. Тако и они и *сиромашни* који траже одмазду добијају оно за чиме су ишли иако баш то обоје нису желели. Ово је опет интерпретација иза које стоје дубљи разлози.

Наиме, *физичка информација* је истина (није могућа комуникација за коју бисмо доказали да није могућа), дејство (она нас мења, макар инфинитезимално), материја (сва супстанца као луковица састоји се само од информација). Зато што се вероватнији догађаји чешће реализују, а мање су информативни зато важи ,,принцип минимализма информације``: природа шкртари емисијама информације. Зато нас привлачи лаж (нарочито ако личи на истину), зато важи ,,принцип најмањег дејства`` свуда у физици (дејство је производ енергије и трајања). Ово друго је опште познато, прво тако-тако, а следеће никако: зато се свемир шири[7].

Укратко, ми тежимо све гушћим и све строжим законима пре свега због ,,принципа информације``, али и зато што је информација уједно и неизвесност и агресија. Шкртарење природе информацијом доводи до њене акомулације и стварања живих бића, нас па наших хијерархија, као и до окретања ка себи. Ово окретање у физичком свету разумемо спонтаним растом *ентропије* (грч. εντροπη – стид), у друштву то називам *феминизацијом*. Оба су врсте бежања од

---

[6] International Monetary Fund – Међународни монетарни фонд.
[7] Ово је можда пренагло и нејасно изречено, али касније је детаљније објашњавано.

слободе, од које заправо не можемо побећи, јер овај свет је само од њеног страшног ткива и саздан.

1.11 Јединственост

Физичка супстанца је само оно са чиме можемо на неки начин да интерагујемо. Чак и *тамна материја* свемира по тој дефиницији физичка је супстанца, јер она гравитационо делује на галаксије, на звезде и друга небеска тела, а они делују на нас. Такође, нема дејства без информације, а додатно, оба су *истине* у смислу: није могуће физичко дејство за које бисмо доказали да није могуће.

Одговарам на постављено питање: ,,Зашто нисмо једнаки?`` у којем се алудира на неправде у свету наводно решиве простим проглашењем *равноправности* свих нас. Апсолвирали смо да нема потпуно истих лица и истих услова и да је зато једнакост немогућ циљ правне доктрине, а онда се од мене очекује да изнесем дубље узроке те неједнакости. Може, кажем, али одговор са становишта данашњих трендова је толико неочекиван да морамо ићи полако, у корацима.

Теореме које откривамо уопште су попут чворова *слободних мрежа*, са малим бројем тзв. *концентратора* који имају велики број повезница насупрот великог броја осталих, а идеја информације, откриће саме теорије, једно је од гушћих места мрежа истина и дедукција. Густи су и поједини њени делови, *принципи информације*: конзервација, минимализам и јединственост[8], а као што ћу објаснити, последица тако-рећи сва три принципа је одговор на постављено питање.

Први је принцип ,,конзервације`` који говори о закону одржања (физичке) информације и углавном је познат физици. Ако требам рећи још нешто ново о њему нека то буде да је информација пропорционална (физичком) дејству, а даље знамо да постоји квант дејства (Планкова константа), па је већ због тога информација неуништива. Другачији доказ ,,конзервације`` је сама комуникација. Зато можемо да комуницирамо јер информација која нам је послана не може тек тако да нестане. Што је кренуло стиже. Зато морамо да комуницирамо, додаћу, јер немамо све – јер смо различити.

Други принцип је ,,минимализам``, директна последица ,,принципа најмањег дејства`` већ познатог (теоријској) физици. До њега, начелног шкртарења информација, можемо доћи и неспекулативно, помоћу (математичке) теорије вероватноће. Вероватнији догађаји су мање информативни, а такви су и чешћи. Дакле, зато што је већа вест да је човек ујео пса, него вест да је пас ујео човека, знамо да је природа стидљива са емисијом информација. Затим знамо да ће у скупу равноправних исхода поједини имати најмању вероватноћу, па отуда да природа не воли једнакост. Бацање *фер новчића* има већу неизвесност, исход ,,писмо`` или ,,глава`` у фер случају је информативнији.

Трећи принцип је ,,јединственост``. О њему смо најмање разговарали, јер је он понајвише ствар физике. Тај принцип можемо разумети као поопштење тзв. *Маховог принципа*, како је Ајнштајн

[8] У почетку био је ,,принцип јединствености'' ове теорије, али ширећи је на ,,универзум информација'' он је постао последица.

својевремено по најпознатијем физичару и филозофу 19. века назвао утицај маса целе васионе на воду у лавору који се окреће у односу на те масе. Вода се просипа због центрифугалне силе која настаје релативним кретањем воде у односу на васиону, а обрнуто не би било могуће. Узгред речено, исти експеримент са лавором наводио је и Њутн доказујући ,,апсолутни простор``.

Аналогно Маховом принципу, нас дефинише наша прошлост. Свака честица од које се састојимо има неку своју историју по којој је једниствена и, тако гледајући, свака честица васионе је *јединствена*. Супстанца се дефинише информацијом, укључујући и информацију о конзервираној информацији о њој. Доследно томе, у чувеном квантно-механичком експерименту *двоструки отвор* догађа се интерференција честица-таласа (сва материја је и таласне природе) кроз два уска прореза, чак и када те честице наилазе једна по једна одвојене дугим периодима времена. Све одговарајуће честице које су икада, од настанка васионе до данас, прошле датим простором – интерферирају са том честицом-таласом сада.

Оно што видимо данас попут је таласа на површини мора који је и *интерференција* свих слојева воде испод. Да природа икако дозвољава једнакост, дозволила би бар ову фантомску једнакост историја бар две честице и поменути експеримент ,,двоструки отвор`` не би био могућ. Међутим, она ту једнакост не дозвољава нити за било коју честицу (фермион) истог квантног стања у односу на само четири позната квантна броја. О чему говорим добро знају хемичари који из тог тзв. *Паулијевог принципа забране* изводе од раније познате елементе Мендељејевог периодног система.

1.12 Слободна воља

Ако постоје опције, онда нема *детерминизма* и, према томе, каже се у другом писму, имамо слободну вољу и одговорност за своје поступке? То је било питање колеге који у прихватању случајности види могућност свести да контролише нашу судбину. Али, ствари нису тако једноставне.

Детерминизам је филозофска идеја о догађајима и моралним изборима потпуно одређеним неким претходним узроцима. Он искључује слободну вољу подразумевајући да људи не могу деловати другачије него онако како то чине. Међутим, ако понекад понегде имамо заиста случајне догађаје, онда не стоји идеја детерминизма. Али, опет нисмо слободни да управљамо својом судбином која је тада препуштена неизвесним исходима.

Као да су били свесни овог парадокса, неки древни мислиоци су евентуалне неодређености ограничавали на људе, а њихове контроле приписивали *боговима*. Данас можемо отићи мало даље и израчунавњем доћи до још чуднијих закључака.

Знамо да природних бројева има бесконачно, кажемо *пребројиво много*. Једнако бесконачно има и целих бројева, али и разломака. Они чине тзв. *дискретне* (уздржано) бесконачне скупове. За разлику од коначних, бесконачни скупови могу бити количином једнаки свом правом делу. Сходно, све физичке појаве, за које важи закон одржања, коначно су дељиве.

На пример, најмања количина дејства (производа енергије и времена) јесте Планкова константа, а то је и најмања интеракција и, што се мене тиче, најмањи носилац комуникације супстанце. Све узајамне акције и физичке комуникације, као и сви атоми нашег тела, па и васионе, могу се редати у један највише пребројиво бесконачан низ. Због таласне природе (сваке форме) материје, положаје увек можемо бројати неким таласним дужинама, а трајања трептајима, па простор-време било којих датих физичких догађаја стално остаје неки дискретан скуп. Низати се могу и сви програми савремених (класичних) компјутера па, отуда, свака се материјална структура може представити пребројивим, дискретним кодовима.

Насупрот томе, реалних бројева има непребројиво, *континуум много*. Толико је тачака равни, тачака праве, тачака једне дужи, јер и континуум је бесконачност, па може бити једнак свом правом делу. Ирационалних бројева, који у бројевном запису имају бесконачно много непериодичних цифара иза запете, има као и реалних. Саме позиције тих цифара чине низ, али њихове варијације су више од тога. Ова немогућност смештања континуума у дискретум даје нам идеју за дубље схватање наше свести.

Вишезначност наших мисли указује на њихову непребројивост, иако оне увек следе неки (пребројив) низ тренутака. Ако је сама супстанца (бесконачно) дискретна, свет идеја који је објашањава је континуум. Зато тачним клонирањем човека простим копирањем његових атома нећемо пренети и свест; она се не може извести класичним програмирањем него, можда, квантним, јер квантна стања материје су суперпозиције случајности.

Суперпозиција је уопште својство линеарности повезаних појава, када двоструко више једне значи двоструко више друге. Овде посебно сабирамо вероватноће, као када куповином два тикета лотоа удвостручимо шансе за добијање награде. Сваким случајним исходом реализује се информација тачно једнака количини претходне неизвесности, а аналогно кажемо да суперпозиција интеракцијом *колабира* у ново *квантно стање* при чему се не мењају одговарајуће количине. Сваком интеракцијом квантни систем *еволуира* у нову реалност, одустајући од онога што му се тада могло десити и није се десило, а што називам *псеудо-реалностима*. У псеудо-реалностима важе исти закони, али међусобна (физичка) комуникација са таквима није могућа, јер би она нарушила закон одржања информације.

Дакле, квантне суперпозиције чине континуум могућности, мада је број реализованих исхода увек највише пребројиво бесконачан. Наша ,,слободна воља`` шета континуумом *мултиверзума* идеја, кроз реализоване опције *паралелних реалности* унутар којих важе исти закони физике, а које међусобно не комуницирају, тако да наше физичко тело и сва околна материја стално остају дискретни.

Квантна механика је крајње доследна репрезентација апстрактне алгебре и до сада најтачнија и експериментима најпроверенија грана физике. Можда су управо зато познаваоцима квантне физике тако поражавајућа њена открића, која су више у сферама апстрактног него физикалног. Почев од њених суперпозиција, због којих је Ајнштајн, један од оснивача квантне механике, у неверици говорио да се ,,добри Бог не коцка``, па до мултиверзума ,,којем Бог није потребан``

како га критикују модерни теоретичари теологије, она је упркос своје научне поузданости упорно остајала на граници прихватљивости и помало са оне стране разума.

Када би човек заиста могао бирати своје путеве, са пуном свешћу о тачним последицама, онда би он својим изборима заправо управљао васионом, мењао би читав материјални универзум својим жељама, одлукама и вољом. Питање са почетка је – да ли ми стварно имамо толику моћ?

1.13 Понављања

Како то да су догађаји непоновљиви, а гени нам се *понављају*? Зашто небеска тела круже, а тротоарима ходамо по малобројним шаблонима (које математичари управо откривају), а тврдимо да је материја саздана од огромног броја јединствених интеракција? Зашто политичке странке једног друштва све више личе једна на другу, иако нема једнаких лица нити једнаких услова? То су занимљива питања за теорију информације, ову која претендује да буде општија од класичне, Шенонове.

Информација је истина, она је дејство и интеракција, физичка је ствар и нема је без неизвесности. Супротно уобичајеном веровању да прошлост знамо, а будућности се надамо, видимо само последице, али не и узроке. Тек заменом теза долазимо до ,,закључка`` да слични догађаји производе сличне последице, а онда због коначне дељивости сваког својства информације, па зато и коначног броја њихових комбинација, изводимо (хипо)тезу да су све, али ама баш све, материјалне појаве *периодичне*.

У крајње једноставним системима попут *фотона* (честица-таласа електромагнетног зрачења и посебно светлости) раст и пад електричног поља у једној равни смењује са порастом и опадањем магнетног поља у окомитој равни, наизменично на горњој и доњој односно левој и десној полуравни путање фотона, док он путује наилазећи стално на друга места и друго време.

Склоност материје за понављањем појачава штедљивост информације. Слично *слободним мрежама* Барабашија, које због ефикасности теже да стварају мали број чворова концентратора са великим бројем спојница мреже, велики системи информација фаворизују малобројне. Таква доминантна ,,сила`` Римског царства била је његова привлачност која је произилазила из богатства, уређености, сигурности, а из које је ницала јаловост и слабост која се није могла одупирати таласима варвара. Потомке тадашњих дошљака, визигота, данашње напредне западњаке, можда чека слична судбина понављања, успона и пада Римског царства. Историја се, наравно, зна ,,враћати`` и у краћим циклусима.

Генима на потомке преносимо и особине попут моралних које нису физикалне (као кромпир), али јесу материјалне и изрази су физичких информација. Оне се такође нужно понављају, у оквиру једне врсте данас али и кроз њихова поколења.

Теорија детерминистичког *хаоса* је нова грана математике инспирисана метерологијом и *рекурзијама* (деловима који понављају целину). Она се бави феноменима малих почетних разлика што ескалирају и која је зато добар тест горњих теза. То је *ефекат лептира* чији покрет крила у Мексику може изазвати ураган у Тексасу или *критична маса* која мања од већине може

покренути целину. Како су већ откривене неке хаотичне а периодичне ствари, на пример у понављањима олуја или структуре стабла дрвета у крошњи и листовима и њихове форме су назване *атракторима*, то ми сада само додајмо да ће се и за све остале природне токове пронаћи одговарајући ,,атрактори``. Због принципа јединствености и коначности информације[9], њени циклуси и рекурзије ипак никада нису идентични, него су увек ограничени и међусобно само слични.

Примера периода у локалним успонима и падовима пуне су *економије*. Рецимо, за вашим новим производом као монополом потражња може да расте, приходи вам расту, али нови начин зараде привлачан је конкуренцији која вас имитира и понуда расте. Купаца је коначно много, па приходи пролазе свој зенит и почињу да опадају, а то би вас могло мотивисати да неком новом идејом покренете сличан циклус.

Занимљиво је приметити да математичка анализа, која се бави континуумом, дакле бесконачношћу несвојственом супстанци, познаје став, *Фуријеове редове*, да се свака функција може довољно тачно апроксимирати периодичним синусоидама. Штавише, било какав фрагмент неке трајекторије ће корацима са растућом тачношћу, до сваке унапред задате, апроксимирати било коју другу трајекторију (сличну физикалној). Ти ставови нам указују да облик и није битан колико само пуко понављање и они нам, сматрам, говоре о вези материјалног и нематеријалног света истина. Да је први изведив из другога, да је други омотница првога.

Није новост сазнање да има сличних периода материјалних појава, али јесте откриће тврђења о немогућности њиховог непериодичног понашања. Када мало боље размислимо, наилазићемо на принципе информације у разним нашим свакодневним рутинама, њену непредвидљивост и јединственост, њене шкртости и закон одржања.

1.14 Еми Нетер

Има ли жена у математици? Наравно да има. Препричаћу вам једно важно откриће једне од њих, генијалне Еме *Нетер*[10], која је због теореме по њој назване већ врста иконе алгебре и физике, али чији ће значај тек расти, надам се, због теорије информације којом се управо бавим.

Ема је била Немица јеврејског порекла одгајана да буде наставница енглеског и француског језика у школама за девојке, али је уместо тога отишла да студира математику на Универзитету *Ерланген*[11] на којем је радио и њен отац математичар Макс Нетер[12]. Женама је било дозвољено да буду на часовима, али само у присуству инструктора, а њени инструктори данас су на далеко познати теоретичари Давид *Хилберт*[13], Феликс *Клајн*[14], Херман *Минковски*[15] и Карл *Шварцшилд*[16]. Докторирала је 1907. године на алгебарским *инваријантама*}.

---

[9] Некада принципи а сада последице.
[10] Amalie Emmy Noether (1882-1935), немачка математичарка.
[11] University of Erlangen–Nuremberg
[12] Max Noether (1844-1921), немачки математичар.
[13] David Hilbert (1862-1943), немачки математичар.
[14] Felix Klein (1849-1925), немачки математичар.

Начин на који је Ема третирала те инваријанте постао је предмет дивљења прво Хилберта, Клајна и *Ајнштајна*[17], а затим и многих других способних да разумеју Нетерову математику, њој својствену ,,поезију логичних идеја``. Емин главни рад из 1915. године, који често називамо ,,најлепшом теоремом на свету``, покушаћу да објасним популарно.

У време када је физика још увек откривала закон одржања енергије, да је збир кинетичке и потенцијалне енергије тела константан (енергије кретања и мировања, остварене и неостварене), *Ојлер*[18] и *Лагранж*[19] били су километрима испред својих савременика. Они су разматрали разлику кинетичке и потенцијалне енергије коју данас називамо *лагранжијан*. Претпостављали су да се ова разлика у спонтаним ситуацијама временом не мења и 1750. године дошли до парцијалних *диференцијалних* једначина другог реда по њима названих. Лагранж је откривени *принцип најмањег дејства* бриљантно тумачио и 1788. године поставио основе класичне механике.

Ојлер-Лагранжове једначине односе се на било каква кретања, по толико *генералисаним координатама* да оне дају трајекторије од најмање потрошње времена одбијене или преламане светлости између две тачке, преко њихања клатна, вибрирања опруге, па до рецимо путања најмање потрошње енергије у класичној, релативистичкој, а коначно и у квантној физици. Генералисане трајекторије су ,,путеви`` еволуција физичких система непромењеног лагранжијана које називамо *симетријама*} или инваријантама.

Када станете испред огледала и посматрате свој одраз, тада учествујете у раванској симетрији, *рефлексији* у односу на раван огледала. Сваки троугао са својом рефлексијом има једнаке странице, једнаку површину, мада супротну орјентацију. Рефлексија је и осна симетрија у односу на осу, дату праву, или централна симетрија у односу на неку тачку. У исту категорију ,,непроменљивости у оквиру трансформације`` спадају и *транслације*, паралелна померања фигура без нарушавања растојања између унутрашњих тачака. Већ у првим разредима средњих школа, где се уче ове тзв. *изометрије*[20], могли смо научити да *геометрија* нема много симетрија и да се свака од њих може свести на једну или две *ротације* – кружног кретања фигуре око фиксне тачке.

Ема Нетер је приметила да један од два сабирка Ојлер-Лагранжове једначине представља промену лагранжијана (енергије) по генералисаној трајекторији и да та промена у случају симетрије исчезава, те да преостали, други сабирак који представља промену количине одговарајућег физичког система временом такође исчезава. Одлучно је закључила да присуство ,,непроменљивости`` значи неку симетрију, а то конзервацију одговарајуће физичке величине.

Даље је ваљда јасно зашто ће се Нетеровом теоремом одушевити и Ајнштајн који се својевремено мучио са разумевањем инваријантних кретања, инерцијалног једнолико-праволинијског и тела у

---

[15] Hermann Minkowski (1864-1909), немачки математичар.
[16] Karl Schwarzschild (1873-1916), немачки физичар и астроном.
[17] Albert Einstein (1879-1955), немачки теоријски физичар.
[18] Leonhard Euler (1707-1783), швајцарско-руски математичар.
[19] Joseph-Louis Lagrange (1736-1813), италијански математичар и астроном.
[20] Изометрија (izos – исто, metrein – мерење), пресликавање које чува растојање између тачака.

слободном паду у гравитационом пољу, сматрајући да у таквим сви закони физике остају исти. Нетерова теорема гарантује и стабилност гравитационог поља.

У квантној механици познајемо *Хајзенбергове*[21] *релације неодређености* према којима производ неодређености енергије и трајања било каквог реалног физичког процеса, односно честице, не може бити мањи од познате константе (приближно Планкове). Аналогно важи за импулс и дужину. То на начин да за (скоро) свако унапред дато мало трајање можемо увек имати довољно велику енергију и имати физички реалан систем, а то је услов диференцијабилности поменутих једначина. Симетрије квантног света пре свега су *реверзибилности* свих квантних процеса, који се рефлектује око (текуће) садашњости, па то онда некако важи и за макросвет.

Укратко, када год имамо неку непромењивост имамо и одговарајућу постојаност. На пример, вода која се окреће у чаши изгледаће нам стално исто, а то је ротациона симетрија – и имамо ротациони закон одржања (ангуларног момента). Зврк једном покренут наставитиће се окретати све док га нека сила (трење) не заустави. Тело у *инерцијалном кретању* не мења се и имамо добро познати закон инерције праволинијског кретања. У квантној физици, као што рекох, сви процеси, *еволуције*, описују се регуларним операторима, реверзибилним, што је врста симетрије, па онда и за токове информације важи закон одржања.

Искорачимо на крају мало испред Нетерове теореме и приметимо да бесконачни скупови могу (количином) бити једнаки свом правом потскупу (делу), те да за такве не важи начело конзервације (моја теорема). Другим речима, ако за дато физичко својство важи Нетерова теорема, онда за то својство важи конзервација, а онда је оно и коначно дељиво, у математици кажемо дискретно. Зато су сви облици супстанце атомизирани, квантовани, кварковани, а физичке информације увек су коначно дељиве, кажемо *дискретне*.

Са друге стране, из Ојлер-Лагранжових једначина из изједначавања са нулом оног сабирка који означава промену физичког стања временом следи нулта вредност другог сабирка који тада говори о пристусву симетрије. То је обрнут ток закључка Нетерове, који нам сада на други начин сведочи о *периодичности* материјалних појава о којој смо претходно расправљали.

Слободе, количине опција мерене физичком информацијом, такође су и дискретне и потрошиве. Такве су и наше оригиналности, наша открића, па према томе и развојност друштва. Када бисмо законска органичења мерили аналогно, исто би важило за правосудни систем, а то је доследно теорији информације коју вам објашњавам. Тиме стижемо на корак од теорије игара, такође важног дела ,,информатике``, али о којој ћу тек причати.

Дакле, има жена у математици и њихов допринос није спорадичан. Оне су се додуше ређе појављивале али су знале јако обасјавати.

[21] Werner Heisenberg (1901-1976), немачки теоријски физичар.

1.15 Игре равнотеже

Теорија информације којом се бавим је математика избора. Теорија игара је математика одлучивања. Када их поставимо овако једну поред друге, показаће се да су то две сродне области са много тога заједничког. Теорија игара настала је 1928. године када је Џон фон *Нојман*[22] открио *минимакс теорему*. Доказ те теореме ћу сада покушати препричати, али треба знати да је он у оригиналу веома тежак и да се вреди потрудити разумети га макар делимично, јер је та прича веома апстрактна и зато веома универзална. Укапирате ли и један њен делић, видећете његове одразе на многим местима око себе!

Замислимо да имамо играча који има више могућности, тактика или стратегија, од којих свака има неки најлошији исход. Претпоставимо да опонент (једна особа или више њих) може (са неком вероватноћом) препознавати најлошије исходе. Тада је за играча најбоље да се одлучи за стратегију са најповољнијим од за њега најнеповољнијих исхода. То је нека вредност, његов ,,максмин``. Обрнуто, симетрично ради и опонент. Он се одлучује за своју стратегију и сопствени оптимални ,,минмакс`` скор.

Када би једна од вредности, максмин или минимакс, била боља од друге, онда би та страна побеђивала без обзира на беспрекорну игру противника. Таква ига била би нефер, а познаваоцима досадна и тако рећи бесмислена. Напротив, ако су вредности максмин и минимакс једнаке, онда је игра фер, има симетрију, кажемо да је у равнотежи. Исход је неизвестан и игра у правом смислу може да траје.

Том великом открићу фон Нојмана сада додајмо теорему Еме *Нетер*, да за симетричан систем важи одговарајући закон одржања, конзервације количине, током других промена. Затим узмимо у обзир и (моје недавно) откриће да својство за које важи закон одржања мора бити дискретно. Закључак је да игре равнотеже (када су максмин и минмакс једнаки) морају бити *дискретне*. Чак и када нам оне на први поглед изгледају аналогне (континуалне) оне заправо у неком свом микросвету имају јасно одвојене потезе. Зато су све физичке информације дискретне, слободе су дискретне, забране слобода су дискретне, не само правне забране, него и све које имамо од непосредних природних закона дискретне су.

Ово последње је чудно, јер минимакс теорема претпоставља да се стратегије дефинишу на *компактним скуповима* вредности, што значи затвореним доменима, оним који садрже све своје граничне вредности. Међутим, физички простор због Хајзенбергових релација неодређености јесте ,,једва`` такав, јер се он може делити произвољном али унапред датом поделом до инфинитезималне. Даље следи да су размене информација у физичком свету увек у равнотежи.

Није могуће предати информацију од нечега ничему и није могуће кретање фотона кроз *вакуум* без комуникације. Наиме, када вакуум комуникацијом не би одузимао информацију фотону, информација фотона би неограничено расла бар за ,,информацију о његовој прошлој информацији``. Зато физичку реалност треба разумети као непрестано надигравање физикалног, при чему се све ,,партије`` супстанце одигравају (вишеструко) увек у дискретним потезима и у

[22] John von Neumann (1903-1957), мађарско-амерички математичар.

сталним Нојмановим равнотежама. Тврдња да је предата информација једнака добијеној изражава закон одржања физичке информације. Уједно, физичка комуникација је и двострано физичко дејство.

Са законом одржања енергије горњим питањем стижемо до сумње у причу да ће ,,све опет доћи на своје'', јер енергија је рад силе на путу, а сила има моћ да може да мења ствари. Тело бачено увис можда се враћа нама, на свој ,,пут истине``, али силе знају стварати и поремећаје који одоше предалеко. Константе у тим дејствима су, парафразирам, да су и највеће олује на мору само неке од *игара равнотеже* природе и да се у тим ,,потезима игре`` природе увек размењују једино истине.

Играчи који се надмећу због победе имају жељу за победом, иницијативу и лукавост, а вероватније побеђује она страна која супротну доведе у *дефетизам* и у тој мери оствари своју *агресивност*, односно она која из насумичне игре извуче више информације, односно *дејства тактике*. Теорија игара даље је преопширна за овако кратак текст, па и за сваку од поменутих назнака те теорије.

Природа тежи неделовању, путем *принципа најмањег дејства* теоријске физике, односно путем *принципа најмање информације*, јер у њој не постоји ништа што нема дејство, информацију или истину (то су синоними). Не постоји ни најмањи део природе без агресије, а опет она као да жали због тога.

1.16 Парондов парадокс

Понекад комбиновањем губитничких можемо добити добитничке процесе. То је парадокс теорије игара који је открио шпански физичар Хуан Парондо 1996. године. *Парондов парадокс* ћу искористити за одговор на недавно постављено питање: Постоји ли нека дубља веза између *теорије информације* и *теорије игара*, односно њих и обичног живог света?

Дефинишимо две просте губитничке игре и помоћу њих формирајмо трећу добитничку, а затим приметимо да сличне сложене игре природа игра око нас стално. Затим то повежимо са принципима минимализма информације и дејства, уз напомену да нису све игре на победу.

Замислимо прву игру тако да наш играч у сваком потезу безусловно губи један евро. Просто тако. Ако он на почетку игре има сто евра, након сто потеза неће их имати. Јасно је да је то губитничка игра, а њена једноставност нам олакшава даљу причу. Нека се у другој игри броји колико новца играч има. Ако је број паран, додају му се три евра, а ако је непаран, одузме му се пет евра. Није тешко приметити да је и то игра сама за себе губитничка. Током два узастопна потеза играч губи два евра (заради три и изгуби пет), па почетних сто евра такође изгуби у сто потеза.

Договоримо се даље да наш играч наизменично игра другу па прву игру. У том комбиновању са почетних парних 100 евра он је у другој игри и зарађује три евра, па се подиже на непарних 103 евра, затим у првој игри губи један евро и пада на парних 102 евра. Он поново игра другу игру и увећава зараду за три евра на непарних 105 да би у првој изгубио један и стао на парних 104 евра. У свака два узастопна потеза он је богатији за два евра.

Надам се да вас не замара ово додавање три евра и одузимање једног током два потеза и да можете приметити да је наш играч на тај начин сваки пут богатији за два евра. Он је након таквог пара потеза увек на парном броју зараде, па стално добија. Чисто добитничка игра наизменичним заменама две чисто губитничке игре. То је апстрактан пример поменутог парадокса теорије игара, али олакшава разумевање обећаног одговора.

Прву игру препознајемо у стањима уређености, у стабилности, сигурности и ефикасности рецимо предузећа или друштва (гледано дугорочно). Боља организација, продорнија хијерархија може значити већу тренутну успешност предузећа у конкуренцији, али већа стабилност је углавном и већа статичност, а она временом узрок заостајања у односу на променљиву околину, у односу на неке „остале“ који се појављују и чији значај временом расте.

Другу игру дефинишимо као брзоплете иновације, претерано убрзане, а не рецимо у периодима од четири године које би предузеће могло коштати, али и које би било могуће експлоатисати. Та журба због вишка трошкова и мањка прихода довешће фирму у губитке. Насупрот журби друге игре и сталном успоравању прве игре, њихова комбинација, иновација са периодима експлоатације од две губитничке начинила би победничку трећу игру.

Насумично повлачење потеза произвољне игре, које обично не води добитку, дефинишимо као *нулто стање* дате игре, а разлику мајсторства и насумичности упоредимо са физичком информацијом. Она постаје мера *дејства тактике*, нивоа мајсторства, јер је свака физичка информација неко физичко дејство (енергија у трајању). Дефиниција такве мере вреди и у играма на равнотежу, где сви добијају или сви губе, јер је насумичност универзално „нулто стање“.

Последица нове дефиниције тактике је, на пример, другачије гледање на агресију као на позитивну иницијативу – до оптимума својствених информацијама. Наиме, због објективности неизвесности каква-таква емисија информације је неизбежна, али због шкртарења емисијама информације оне имају своје *оптимуме*. У теорији вероватноће неизвесност је тема, а *принцип шкртарења* видимо у чешћем реализовању вероватнијих догађаја (који су мање информативни). У физици, где су микро-дејства стална појава и није их могуће искоренити, принцип шкртости видимо у потреби за силом да се деси макро-дејство што је неспонтана ствар.

Аналогно, иницијатива једног предузећа у конкуренцији другом сада значи претњу, *акцију*, која тражи *реакцију* без које се првом олакшава победа. Сада изостанак супротстављања повећава шансе за пораз, а то није било толико експлицитно у класичној теорији. Сличан пример је и окупатор који долази на нову територију и којем може бити у интересу да се понаша делимично пријатељски, а делимично агресивно преузимајући све више од домаћина. То је још јаснији пример оптималности.

Парондов парадокс огледа се на још један начин, опет у *дуалностима* које произилазе из *принципа минимализма* (информације и дејства). Сада знамо да природа не воли претеране емисије информације аналогно спонтаном кретању тела по трајекторијама са минималном потрошњом енергије и времена, а даље приметимо да из те штедљивости произилази и њена способност акумулације. Нагомилавање подстиче еволуцију живих бића, а сам живот разапет је

између цурења и стицања информације, односно дејства. Можемо рећи да живи и неживи свет заробљавају такви токови, са стражарима поменутим принципима.

Према томе и живот нас обичних смртника је „игра информације“. Били ми тога свесни или не, везе надметања и комуникације чине нас.

1.17 Термодинамика

Реч *ентропија*} (грч. εντροπη – обрт ка унутра) 1865. године увео у физику је немачки математичар *Клаузијус* (Rudolf Clausius, 1822-1888). Он је анализирао *Карноов циклус* (Sadi Carnot, 1796-1832), француског официра, инжењера и физичара чијим делом је заснована *термодинамика*. Циклус Карноа је теоријски физички процес који посматра кружне промене температуре и притиска флуида у затвореном термичком систему. Идеју ентропије је даље развио *Болцман* (Ludwig Boltzmann, 1844-1906) интерпретирајући је 1870. године у статистичкој механици као меру *неизвесности*, при томе следећи радове америчког научника *Гибса* (Willard Gibbs, 1839-1903) заслужног за трансформацију физичке хемије у ригорозну индуктивну науку.

Карно је осмислио идеалну топлотну машину, термодинамички кружни процес максималне ефикасности, са циклусом у четири такта. Први је изотермно (константне температуре) сабијање флуида (течности или гаса), па адијабатско (без промене топлоте) сабијање, затим изотермно ширење и четврти такт је адијабатско ширење. Адијабатски процеси се реално не могу постићи, јер макар мала размена топлоте (топлотне енергије) са спољашњом средином мора постојати, па се са сваким оваквим циклусом неповратно губи део енергије система.

Не само у замишљеним идеалним условима, оптималан *рад* топлотне машине

$$W = Q_2 - Q_1$$

разлика је највеће (Q_2) и најмање (Q_1) топлоте флуида у стањима, редом, највеће (T_2) и најмање (T_1) температуре. Специфична промена ($\Delta T = T_2 - T_1$) температуре у та два екстремна стања замишљеног циклуса

$$\eta_0 = \frac{\Delta T}{T_2} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

назива се Карноова ефикасност. *Келвин* (Lord Kelvin, 1824-1907) је својим радовима показао да је максимални рад који топлотна машина може произвести производ тог коефицијента (η_0) и највеће топлоте (Q_2) флуида

$$W = \left(1 - \frac{T_1}{T_2}\right) Q_2 ,$$

а отуда изједначавањем, Клаузијус је нашао

$$\frac{Q_2}{T_2} - \frac{Q_1}{T_1} = 0,$$

дакле да су у идеалном процесу топлота и температура директно пропорционалне. Ентропијом је назвао количник топлоте и температуре

$$S_i = \frac{Q_i}{T_i}, \quad i = 1, 2$$

који је у идеалним условима константан ($S_2 - S_1 = 0$).

У реалним условима оптималан рад топлотне машине мањи је од замишљеног

$$Q_2 - Q_1 < \left(1 - \frac{T_1}{T_2}\right) Q_2,$$

а отуда, редом:

$$\frac{T_1}{T_2} Q_2 < Q_1,$$

више топлоте се преда хладном резервоару него у Карноовом циклусу и

$$S_2 < S_1,$$

ентропија која напушта систем већа је од оне која остаје. Клаузијусова ентропија у реалним условима спонтано расте.

То је историјски осврт. За Клаузијуса је ентропија била само количник, згодна смена у његовој математичкој анализи Карноовог циклуса. Па ипак дао је назив за ентропију (окретање ка унутра) алудирајући на ,,нешто`` што остаје и повећава се док енергија цури напоље, што је временом добијало већи смисао.

1.18 Статистика механике

Болцман је у развој идеје ентропије увео хипотезу елементарних честица, атома и молекула, које се брзо крећу око својих тежишта, вибрирајући одгурујући једне друге и ширећи флуид колико посуда дозвољава, заузимајући равномерне међусобне положаје. Приметио је да за једнолик распоред микростања (куглица у кутије) има више могућности од сваког неједноликог распоређивања и претпостављајући да су све поједине комбинације равноправне нашао је да су оне равномерне највероватније.

Логаритам броја тих распореда Болцман је препознао као Гибсову *неизвесност*, а њене промене у термодинамичком кружном процесу као промене Клаузијусових количника топлоте и температуре. Данас га у науци углавном памтимо по том логаритму броја термодинамичких

микростања који називамо Болцмановом ентропијом или као једног од најважнијих оснивача статистичке механике.

У *идеалном* кружном циклусу топлотне машине, колико пута се смањи *топлота* толико пута се смањи *температура* флуида, јер је њихов количник константна ентропија, али и обрнуто, када се повећава топлота сразмерно се повећа и температура.

У реалном циклусу имамо губитке енергије *осциловања молекула* преносом њихових виших осцилација на ниже осцилације хладнијих зидова посуде. Доследно повећању Клаузијусове ентропије, количнике топлоте и температуре ($S_i = Q_i / T_i$) биће пад температуре већи од пада топлоте. Поред кинетичке енергије молекула, иначе једине у идеалном циклусу, у реалном постоји и потенцијална енергија веза између молекула, дакле укупно мање доминантна у односу на пад температуре. Поновићу, топлотна енергија (бројник) циклуса опада, али Клаузијусова ентропија (количник) расте зато што температура (називник) опада брже.

Размотримо исто са становишта закона одржања информације. Замислимо већи систем са околином око поменутог циклуса тако да је укупна информација затворена. Укупна информација је константна, па колико се унутрашња ,,повећа'' (ред) за толико се вањска ,,смањи'' (неред).

То је такође новина овог текста. Извана гледајући унутрашњи уједначен распоред сматрамо безличним, аморфним, мање информативним, што доживљавамо као одсуство реда, па повећање ентропије опажамо као повећање нереда. Оно иде на уштрб веће унутрашње уређености система! Молекуле унутар кружног циклуса уређују се попут постројавања војника или једнолико слагања куглица у кутије.

Објашњење укупне информације, унутрашње и вањске, чак да пре и после процеса није исто, не нарушава усклађеност Болцмановог статистичког објашњење ентропије са Клаузијусовом дефиницијом. Међутим, верујем да је оно тачно и да ће се то одразити у даљој примени ентропије. Осврнућу се овде само на теорију релативности, посебно специјалну.

Систем координата K' креће се једноликом брзином v у односу на координате K. У сваком од два система мирује по један сопствени (својствени) посматрач тог система и опажа оног другога у релативном кретању. Сразмерно Лоренцовом коефицијенту

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

где је $c \approx 3 \cdot 10^8$ m/s брзина светлости у вакууму, расте релативна енергија, релативно време успорава, а релативне дужине у правцу кретања скраћују се.

На пример, ако је сопствена енергија E_0 (опажена у мировању), онда релативна (опажена у кретању) износи

$$E = \gamma E_0 \approx E_0\left(1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2}\right) = E_0 + \frac{1}{2}m_0 v^2 = E_p + E_k ,$$

где је $m_0 = E_0 / c^2$ сопствена маса (у мировању), а $E_p = E_0$ и $E_k = \frac{1}{2}m_0 v^2$ су редом потенцијална и кинетичка енергија датог тела. Лоренцов коефицијент (γ), узет као функција количника брзина ($v/c \to 0$) развијен је у ред и занемарени су сабирци већих степена тог количника, јер посматрамо случај брзина v занемарљивих у односу на брзину светлости c.

Показује се да ,,укупна енергија`` E кретањем расте због пораста кинетичке енергије, што нам даје за право да (хипотетички) претпоставимо да се топлотна енергија у Клаузијусовој (S_i) ентропији кретањем не мења, $Q = Q_0$.

Штавише, у складу са горњим објашњењем ,,цурења осцилација`` из посуде циклуса ка хладнијим зидовима, додајемо и претпоставку да се повећањем енергије осцилација повећава релативна температура датог тела $T = \gamma T_0$, па долазимо до закључка да је релативна ентропија мања од сопствене ($S < S_0$), тачније да је $S = S_0 / \gamma$.

Овакве интерпретације јесу необичне, али нису противречне. Оне се од недавно појављују у сличном облику и код других аутора[23] и, наравно, у мојим претходним радовима[24].

Повећање температуре може се ,,бранити`` Доплеровим ефектом, који у специјалној теорији релативности има и трансферзални пораст релативних таласних дужина. Оне су једнаке средњој вредности (аритметичкој средини) релативних таласних дужина долазећег и одлазећег извора и пропорционалне Лоренцовом коефицијенту (γ). То је лако проверити, па овде не понављам.

Последица мање релативне ентропије од сопствене је *закон инерције*. Тело неће спонтано прећи из стања веће у стање мање ентропије па зато остаје у стању релативног мировања и не прелази у покретни систем. Оно релативну ентропију види мањом и у Болцмановом смислу, јер контракција само по правцу кретања а не и окомито на тај правац ремети хомогеност.

Слично је опажање мање релативне ентропије и у гравитационом пољу са становишта бестежинског стања сателита у слободном паду који се креће геодезијским линијама. У просторији која мирује у односу на гравитационо поље, ниже молекуле ваздуха гушће су због привлачне гравитационе силе, што ће створити утисак *поремећаја хомогености* и смањења ентропије. Зато тело у слободном паду не напушта своју путању, јер би спонтано прешло из више на нижу ентропију. То је у складу и са Доплеровим ефектом опште теорије релативности.

---

[23] Cristian Farías, Victor A. Pinto \& Pablo S. Moya: *What is the temperature of a moving body*?; Scientific Reports volume 7, Article number: 17657 (2017); (https://www.nature.com/articles/s41598-017-17526-4).
[24] Растко Вуковић: *ПРОСТОР-ВРЕМЕ* – принципи физике случајности; Економски институт Бања Лука, мај 2017. (https://archive.org/details/Principi)

Резимирајмо. Наглим заустављањем, у тренутку судара са препреком, температура тела је као и непосредно пре судара, кинетичка енергија прелази у топлотну и расте ентропија тела. Чаша у лету тек када удари у препреку разбија се сагласно повећању нереда због повећања ентропије.

2. Мининализам информације

Циљ друге књиге [2] био је упрегнути принцип најмањег дејства у принцип најмање информације. Први познат теоријској физци у други непознат. При томе је требало наћи, модификовати или наново извести доказе да се кретања класичне, статистичке, релативистичке и квантне механике подвргавају истим принципима, што је у делу те књиге демонстрирано, а онда показати да они важе и за шире појаве, попут биологије, социологије или права.

Нарочиту тешкоћу излагању чинило ми је упоредно са овом припремање и треће књиге, о дејству информације, због чега се може учинити да прича о ,,минимализму информације'' није ништа друго до прича о ,,дејство информације'', што делимично јесте тачно, али у основи није. Наиме, тврђење којег се у овим књигама држим, да је информација еквивалент дејству, још увек не значи да се природа у свим тим областима физике, живог света и друштва понаша према начелу минимализма. А то начело је тема ових прича.

2.1 Фреквенција

Како то да су догађаји непоновљиви и толико неограничени у овом наводном Платоновом *свету идеја* у којем нема скупа свих скупова, теорије свих теорија, најбољег критеријума, а око себе свугде видимо материјалне, коначне и периодичне појаве?

То би требало бити прво питање теорији која претендује да објасни реалност, а посебно оној која би да поопшти класичну *теорију информације*. Друго питање било би о њеној развојности – од каквог би то могло бити значаја?

Представљање свега информацијом, која је само једна нарочито мерена *количина података*, јесте редукција *перцепција* са оном посебном апстрактношћу која јој даје ширину својствену математици. Отуда су могући следећи, колико једноставни и брзи, толико и неочекивано дубоки закључци.

Информација је (локално) јединствена, јер ми (као и честице) размењујемо поруке зато што немамо све што нам треба. Због истог, узрок комуникације је *непредвидљивост*, егзистенција објективне неизвесности, па супротно уобичајеном веровању да прошлост знамо, а будућности се надамо, боље видимо последице него узроке. Нису само наше перцепције замућене неодређеностима, него је овај свет тако и устројен.

Чаша на столу се налази баш на том месту где је, јер је то њен највероватнији положај, а због истог он ће то бити и у следећем тренутку, осим ако на чашу не делује нека сила и помери је. *Сила* мења вероватноће, мења енергију (рад силе на путу) предмета, мења наше перцепције о предметима (рад силе на путу за дато време) и сведочи да сличне претпоставке доводе до сличних непосредних последица (не тачно једнаких). Тако разумемо да физичка тела гледамо кроз информације, да је тај ,,свет информација`` еквивалентан материјалном, да је једнако потпун и непротивречан.

Закон одржања количине материје преноси се на конзервацију информације, а принцип најмањег дејства материје на еквивалентан *принцип минимализма* информације. Из првог следи њена

коначна дељивост (бесконачан скуп може бити еквивалентан свом правом делу за разлику од коначног). Из другог следи да се свакој информацији може приписати неко дејство.

Зато што је информација увек коначно дељива, њено ограничено мноштво увек је коначно, па је коначан и број свих комбинација тог мноштва. Пре или касније оно се понавља, а слично води непосредно сличном, па су све материјалне појаве *периодичне*. Сама периодичност, пак, врста је информације, макар као информација о информацијама. То је одговор на прво горње питање. Друго ће бити јасније кроз примене.

На пример, посматрајмо економију модела тржишта *Курноа*[25]. Роба на тржишту о којој је говорио може бити гориво, тканина, млеко, свеједно је, све док је исте врсте и док јој јединична цена углавном пада повећањем понуде. Он је својевремено о томе писао потпуно непознате радове, савременицима претешке који су тек век касније признати и уврштени у тада откривену теорију игара. Објашњавати Курноа без формула сматра се немогућим, али вреди покушати.

Производ цене и продате количине је укупан *приход*, а сви остали трошкови су *расход*. Разлика прихода и расхода је *профит*. Како се повећањем количине засићује тржиште, смањује се (јединична) *цена* и успорава се раст укупног прихода, а расход константно расте, па профит има неки свој *оптимум* у односу на количину. Након оптимума, повећањем производње, пословање иде у минус, расте губитак фирме.

Када је фирма сама на тржишту кажемо да има *монопол* (дате робе). Када две фирме конкуришу око исте робе то се назива *дуопол*, а када их има више назив је *олигопол*. Конкуренција (дуопол или олигопол) производи и додатно снижавање цене у борби фирми за пласманом, па се догађа да би монополска фирма на тржишту постигла оптимум са мање робе и већом ценом од оптимума фирми у конкуренцији. Другим речима, монопол је добар за произвођача, конкуренција за друштво.

На датом тржишту сваки од произвођача има неки свој оптимум производње зависно од понуде осталих. Када је та понуда премалена за капацитет тржишта, произвођач може повећати производњу и приход, а ако је та понуда превелика, ићи ће у губитке. Тај оптимум количине робе је *равнотежно стање*, односно (често покретан) центар осциловања конкурената, са промењљивом мањом и већом понудом у одређеним периодима времена.

Неки у тој ,,игри осциловања`` отпадају, други се појављују. Стање равнотеже произвођача, у односу на тржиште и робу, назива се Курно-Нешов *еквилибријум*. Оно што је додатно интересантно су саме поменуте периодичне појаве, утолико занимљивије што је њихова примена овде новина.

Свака *осцилација* везана је за неку информацију, а свака информација за неку осцилацију. Додатно приметимо да и ,,информација о информацијама мноштва`` такође може бити елементарна. Затим да је информација дејство (промена енергије за дато време), што значи да се

[25] Antoine Cournot (1801-1877), француски математичар.

елементарним информацијама и њиховим периодима увек могу додефинисати ,,енергије``, тако да су ови производи константни, квантовани.

Другим речима, наводна *енергија* пропорционална је *фреквенцији* промена (обрнуто је пропорционална периоду), као и рецимо енергија таласа-честице светлости (фотона) где се електрично и магнетно поље смењују индукујући једно друго кретањем.

Ово запажање постаје практично када се уместо сложених односа предузећа у конкуренцији пређе на третирање њихових фреквенција кружења око еквилибријума. То је аналогија са енергијама у физици за које знамо да се могу просто сабирати, па интерференција наизглед излази изван *физике*. Као што *математика* својим моделима помаже физици, физика сада може помоћи математици, а обе *економији*, биологији, социологији. На крају се отвара питање колико су ове области заправо различите?

2.2 Дарвинова еволуција

Дарвинова[26] еволуција иде у прилог теорији физичке информације, јер признаје изборе. Тако констатује један анонимни колега, па ме пита: Има ли нешто у тој новој теорији што би ишло у прилог Дарвиновој еволуцији? Ово питање води до тешке теме и важног позитивног одговора за саме основе теорије физичке информације и надам се да ћу га знати занимљиво елаборирати.

Теорију физичке информације заправо сматрам математичком теоријом, али је моделирам према принципима конзервације, минимализма и јединствености информације који је (обострано једнозначно) пресликавају на материјални свет. За дефиницију живота довољна су само прва два, али је само први од ових принципа мање-више познат науци, може се рећи, јер је још увек тема проверавања.

Подсетићу да се у закон одржања (конзервације) информације до недавно претежно сумњало, па је и сам чувени Стивен *Хокинг*[27] својевремено тврдио да *црне рупе* ,,једу информацију``, јер снажна гравитација коју та небеска тела стварају не дозвољава да ишта из њих излази, па ни светлост.

Хиљаде научних радова тада су ,,потврђивали`` идеју неконзервације информације, на пример, позивајући се на папир са текстом који запалимо и информацију текста уништимо заувек. Тек је недавно познати физичар *Саскин*[28] објаснио зашто црне рупе не поједу информацију, а објашњење је прихватио и сам Хокинг.

Укратко, док тело пада ка *хоризонту догађаја* црне рупе, релативно време му успорава до нуле и једнако се скраћују радијалне (ка центру гравитације) дужине, а сам процес траје бесконачно дуго. Извана посматрано, тело тежи да постане *дводимензионална* слика на сфери око црне рупе, никада не одлазећи у онострани свет. Његова 2-Д информација, сама суштина његове материје, у свој својој почетној количини стално остаје са нама. То би био космолошки доказ конзервације.

[26] Charles Darwin (1809 - 1882), британски научник.
[27] Stephen Hawking (1942-2018), енглески физичар.
[28] Leonard Susskind (1940-), амерички физичар.

У квантној механици, *квантна стања* (скупове честица) представљамо векторима тзв. *Хилбертовог простора*, а промене (физичке еволуције) тих стања – *унитарним операторима*. Поента је у томе да су унитарни оператори линеарни, јединични и реверзибилни, што значи да се променама квантних стања одржавају многе величине константним, а међу њима и информација. То би требало бити довољно, јер *квантна механика* је данас најтачнија грана физике, па према томе и најтачнија теорија коју имају природне науке уопште.

Међутим, рекох да ,,математичка теорија физичке информације`` заправо и није теорија физике, па за њу доказивање физичким експериментима не важи. Зато наглашавам да је квантна механика репрезентација Хилбертове алгебре апстрактних векторских простора, а поменути унитарни оператори због реверзибилности обезбеђују симетрију квантних стања (пре и после деловања), а затим, према *Нетеровој теореми* (прича 1.14), ако имамо симетрију, онда имамо и одговарајући закон одржања. И то је то.

Конзервација информације и интуитивно је видљива. Наиме, ако би информација могла настајати ни из чега и нестајати ни у шта, онда не бисмо могли веровати физичким експериментима. Прошлост не би била научно истраживa, она би се тек тако мењала са настајањем и нестајањем информација. Памћење би било бесмислено и губила би смисао комуникација уопште.

Толико о конзервацији информације. *Минимализам информације* следи, узмимо, из става да се највероватнији догађаји најчешће реализују, а такви су најмање информативни. Наиме, када знамо да ће се нешто десити и то се деси, то онда и није нека вест. Минимализам у физици видимо у спонтаном расту ентропије термодинамичког система, када се молекуле гаса уређују међусобно (уједначавајући међусобне удаљености) смањујући комуникацију према вани, на што извана гледамо као повећање нереда. Брже ширење полуистина од истина друштвеним мрежама или лакше кодирање него декодирање, такође су последице шкртарења природе емисијама информације.

Исти минимализам је и својеврсна штедљивост која акумулира информацију. Може се доказати да је ,,физичке информације`` (понекад) све више у односу на ,,техничку`` (класичну, Шенонову) што је систем сложенији. Отуда *живо биће* због своје физичке сложености може имати информације у вишку.

Тела се вишкова своје информације настоје отарасити (исти принцип минимализма), али то не иде лако, јер је сва околна супстанца попуњена. Жива бића тако спонтано умиру на рате кроз интеракције, предајући информацију неживим тварима у повољним догађајима, или се решавају вишка организујући се. Овом спонтаношћу људи старе или се одричу личне слободе (информације) у корист друштвене организације. Буквално можемо рећи да нас живот и правни систем убијају. Живот је желео да настане тако како није желео да настане, а тај дуализам специфичност је информације, принципа њеног минимализма. Још једном помињем, још увек непознатог у науци.

Управо то спонтано гомилање информације у мање сложене облике живота, а затим пренос информације из мање сложених индивидуа у сложени колектив, који еволуцијом може (али не

мора) постати ново сложеније живо биће, јесте важна карика која је недостајала Дарвиновој еволуцији. Конзервација информације и принцип минимализма су покретачке ,,силе`` еволуције живота, јер би само голо насумично одабирање тежило нереду, а не високо организованим животним формама.

2.3 Информација перцепције I

Информација перцепције је посебна врста количине опција коју појединац може доживљавати. Она је мера његове способности развојности – скраћени је одговор на питања о значењу ,,чудног`` наслова моје истоимене књиге[29]. Посматрана апстрактно та формула може рећи више о односу нас са светом или о комуникацији супстанце уопште – од сваке своје конкретне репрезентације. Покушаћу то објаснити.

Довољно је да имамо макар какве опције и већ можемо дефинисати *интелигенцију* као способност бирања. За разлику од резултата IQ теста, исти појам даље обухвата обе, наследну и стечену, способност манипулације могућностима. И даље он дозвољава њену пластичност, прилагодљивост, али и примену на несвесне вештине. Перцепције укључују опажања из несвесног, па је нова дефиниција интелигенције у том смислу доследна.

Индивидуална способност бирања је ограничена и коначна. Њене границе назовимо *хијерархијом*. За ограничења која појединцу намеће околина можемо користити и друге изразе, али у сваком случају подразумевамо да она потичу од законодаваца, друштвених норми, нагона, природних закона. Такође, унутар сваке од наведених или сличних забрана, слобода једног лица ограничена је одговарајућом слободом других. Свака могућност баратања исходима једног делује на исту неког другог, јер су исходи конзервирани. Као неизвесности, исходи чине (физичку) информацију и подвргавају се закону одржања.

Интелигенција је директно пропорционална *слободи*, а обрнуто хијерархији. Прво каже да интелигенција (у просеку) тражи свој комодитет у већим слободама (количинама опција). Ово препознајемо код живих бића као избегавање скучених стања индивидуа или еволуције врсте у нове могућности у процесу адаптације на околину ради бољег коришћења ресурса. Код неживих исто видимо у избегавању сувишних емисија информације (из неизвесности и уопште), у начелу шкртости, њеном принципијелном минимализму. Отуда је информација перцепције, односно слобода коју јединка може да искуси, једнака производу њене интелигенције и хијерархије.

Овде је занимљива *Ремзијева* (Frank Ramsey) теорема која тврди да не постоји нулта хијерархија. Парафразирам, ма како се насумично распоређивали облаци на небу, пре или касније појавиће се неки унапред задати облик, или ма како насумично распоређивали слова и речи у текст увек постоји шанса да добијемо неку унапред дату реченицу. Ова теорема је откривена почетком 20. века са развојем теорије графова. Уз претпостављену објективност могућности, она сада утврђује непостојање нулте слободе и нулте интелигенције.

---

[29] Растко Вуковић: *ИНФОРМАЦИЈА ПЕРЦЕПЦИЈЕ* – слобода, демократија и физика; Економски институт Бања Лука, јуни 2016. (https://archive.org/details/Informacija)

Објективност избора подразумева различитости, а оне независности неких појава. Зато поменута формула, информација перцепције, мора бити сложенија. Најмање што мора, она садржи поједине слободе као производ одговарајућег пара износа интелигенције и хијерархије. Ти производи затим учествују у укупној информацији перцепције као збир, због закона конзервације. Не ,,баждаримо`` ове ,,износе`` ради веће општости, али можемо користити примере.

Способност Цезара када је прелазио Рубикон 49. године п.н.е. била је супротстављена закону Римског сената који је такав прелаз забрањивао[30]. Што је већа снага забране и што је већа способност Цезара, то је већи њихов производ и већа *животност* Цезара (у том случају), односно већа је његова одговарајућа компонента (сабирак) информације перцепције.

Сличан пример су снаге игре такмичара и опонента у неком надметању. Тада опет можемо рећи да ,,слобода`` игре расте пропорционално вештини играча и отпору опонента, богатству избора, па је исправно сматрати једноставнијим играма оне које траже мања умећа. Сабирајући све поједине слободе у укупну информацију перцепције, налазимо форму скаларног производа, овде вектора интелигенције и хијерархије. То је још једна разлика између нове и класичне дефиниције интелигенције – ова је вектор (низ), а стара је скалар (број).

Зато што је (укупна) информација перцепције јединке мање-више ограничена количина, али је интелигенција пластична, у условима константне хијерархије, ако редукујемо своје опције у једним доменима, оне ће се покушати проширити у неким другим, попут свеже кобасице која стиснута на једном крају нарасте на другом. У прилог томе биће менаџер који води крут и досадан живот у мање важним стварима, а показује повећану успешност и креативност у другим. Сагласно овоме, моногамија и њени патријархални механизми успешније су стварали цивилизацију управо због врсте своје рестриктивности.

Коначно, размотримо још једну чисто рачунску особину поменутог скаларног множења низова на нерачунски начин. Поредајмо компоненте низа (вектора) информације у растућем редоследу, а хијерархије у опадајућем, па множимо редом парове и све поједине производе саберимо. Овако множећи, мањи са већим и већи са мањим, добијамо мању информацију перцепције од сваког другог распоређивања, множења и сабирања. Максималну вредност имаћемо када множимо веће компоненте једног низа са већим другог и мање са мањим. То такође има своје практичну интерпретацију.

Минималну информацију перцепције (слободу) имају мртве ствари, предмети изучавања физике. Сви они подвргнути су познатом *принципу најмањег дејства*, најмање могуће потрошње енергије да се из једне тачке дође у другу, или најмање потрошње времена у датим околностима. То би била ,,жива бића`` која се пуштају као кладић низ воду. Такви млитавци се већим препрекама мање супротстављају, за разилку од пркосног Цезара који је радио управо супротно.

Зато информацију перцепције има смисла називати животност. Опште ускраћивање опција које долази од страха од неизвесности, као потреба за сигурношћу, стабилношћу, или ефикасношћу,

[30] Пример је из моје књиге ,,Многострукости''.

сада постаје гушење развојности, а у условима иначе ограничених перцепција, дугорочно оно води паду опште интелигенције. То све видимо из те једне апстрактне формуле, ако је она тачна.

2.4 Информација перцепције II

Слободом називаш збир производа одговарајућих *способности* и *ограничења*, а такође и *количину опција* алудирајући на *техничку информацију*, количину неизвесности – детаљ је из мог разговора са колегом – али каква је веза између те две дефиниције? Ево објашњења.

Техничку дефиницију информације открио је 1928. године *Хартли*[31] радећи у Беловој телефонској компанији. Он је приметио да је *логаритам* броја једнако-вероватних података боља мера количине неизвесности од сваке друге скале и посебно од непосредног броја могућности.

У бацању новчића два су исхода, у бацању коцке шест, а у бацању оба 12, дакле не збир него производ броја опција, а логаритам производа једнак је збиру логаритама. Логаритам је једина тако адитивна фукција, па је Хартлијева дефиниција била пун погодак. Телефонска компанија могла је почети ,,бројати`` проток података једнако коректно као водовод воду или електро-компанија потрошњу струје.

Из адитивности логаритама следи да је логаритам јединице нула, па је толика и информација извесности (нулта). Фер-новчић даје два равноправна исхода, сваки са вероватноћом половином да би збир обе дао јединицу – која значи извесност. Сигуран догађај у бацању фер-коцке је нека од шест могућности, па свака има вероватноћу шестину.

У десет неких једнаких могућности свака има вероватноћу десетину, број реципрочан броју десет, а производ десет и реципрочног од десет (шест и шестине, два и половине) јесте један, па је логаритам десетине једнак минус логаритму десет. Отуда, Хартлијева информација је минус логаритам вероватноће. Променом базе логаритма само се мењају јединице мере информације.

Инверзна функција логаритамској је експоненцијална (исте базе). То значи да једна другу поништавају, тако да је логаритам *експонента* броја једнак датом броју. Према томе, ако је дати број поменути производ, способности и ограничења, сабирак слободе, онда је његов експонент одговарајући ,,број опција`` за Хартлијеву информацију. Реципрочна вредност ,,броја опција`` је нека средња вредност вероватноће ,,опција``, а њен негативан логаритам опет иста информација. У томе је ствар!

Појединачни производ одговарајуће ,,способности`` и ,,ограничења`` дефинише компоненту (сабирак) ,,слободе``, њен експонент дефинише ,,број опција``, а логаритам тог броја опет је иста полазна ,,слобода``. Међутим, у томе се да препознати и Хартлијева информација. Све постаје кристално јасно када се формуле ставе на папир, али понешто се разуме и овако.

Славна *Шенонова*[32] дефиниција информације дошла је двадесет година након Хартлијеве, од стране исте компаније. Једноставно речено, Шенон је посматрао неједнако вероватне исходе,

[31] Ralph Hartley (1888-1970), амерички инжењер.
[32] Claude Shannon (1916-2001), амерички математичар.

поделио их на групе једнако вероватних и свакој групи доделио Хартлијев логаритам, а затим узео средњу вредност логаритама по расподели вероватноћа. У техници та средња вредност је нашла велику примену и подржала експлозију развоја компјутера. Али Шенонова информација није физичка, јер не прати закон одржања као Хартлијева[33].

Зато користим побољшање Шенонове дефиниције које подржава закон одржања и које називам *физичком информацијом*. Она је за сложенији систем већа од Шенонове, што се показује сагласно *принципу минимализма*, па онда и са акумулацијом информације, а коначно и са дефиницијом ,,живог бића``.

Са друге стране, упоредо са развојем класичне теорије информације настајала је и квантна механика. Важно откриће из 1927. године, које управо сазнајемо да их спаја, биле су *Хајзенбергове*[34] *релације неодређености*. У изворном облику оне кажу да производи неодређености мерења импулса и положаја честице, односно енергије и времена, никада нису мањи од (реда величине) {*Планкове*[35] константе.

Тај производ је *дејство*, овде ,,слобода`` или Хартлијева информација, да би рецимо импулс честице био њена ,,способност``, а простор њено ,,ограничење``. Држимо ли се математичке форме, јасно је да ћемо даље добијати једнако непротивречне ставове поменуте ,,слободе``, тј. физичке информације, као што их имају физичка дејства.

Да за физичко дејство важи закон одржања следи из његовог квантовања и константности. Пошто је дејство информација, његов експонент је вероватноћа. За разлику од управо додефинисане информације, у квантној механици је познато да поменути експоненти представљају вероватноће квантних стања, а оба векторе у Хилбертовом простору, односно скупове честица у физици. Ствари се даље компликују зато што компоненте вектора квантних стања не иду уз реалне него уз *комплексне бројеве*, али то сада добија смисао.

Само одговарајући изрази ових комплексних вектора када су реални бројеви постају физички мерљиве величине, тзв. *обзервабле*, сагласно мојој теореми о дискретности (коначној дељивости) сваког својства информације. Поред тога, степени и логаритми комплексних бројева су периодичне функције, што је у складу са (мојим) тврђењем да су све информације периодичне појаве.

Није новост да за координате квантних стања бирамо искључиво обзервабле, физичке величине које можемо мерити, да би пројекције вектора на њих биле резултати мерења исказани вероватноћама. Оне су компоненте *суперпозиције*, како се називају могућности исхода квантног мерења датог стања, а сада само додајемо да вероватноће мерења долазе од информација или неизвесности које имају квантна стања. То су оне ,,слободе`` са почетка овог текста, које називамо ,,информацијом перцепције``.

---

[33] То је детаљно разматрано у књизи ,,Физичка информација`` [1].
[34] Werner Heisenberg (1901-1976), немачки теоријски физичар.
[35] Max Planck (1858-1947), немачки теоријски физичар.

Неспоразуми нових са вековним старим тумачењима ових термина долазе из њихове раније свакодневне употребе, из недоследности, често нетачног и контрадикторног њиховог претходног разумевања, а не из математике која стоји иза свега. Та исправка значења управо је један аспект напретка науке, надам се.

2.5 Максвелов демон

,,Максвелов демон`` је мисаони експеримент чувеног Џејмса Кларка *Максвела*[36] из 1867. године о другом закону *термодинамике*: топлотна енергија (топлота) спонтано прелази са тела више на суседно тело ниже температуре, никада обрнуто. То је било у веку открића молекула и сазнања да већа брзина њиховог кретања значи већу *топлоту* и *температуру* тела којег чине.

Елем, замишљамо демона као човечуљка који контролише преграду између два дела собе, две просторије, са неком напредном нама непознатом физиком и технологијом. Он пропушта брзе и само брзе молекуле из прве собе у другу, а споре и само споре из друге у прву.

Ако су у почетном стању топлота и температура ваздуха у собама биле једнаке, прва соба постајала би временом све хладнија, а друга све топлија. Дакле, демон би топлоту из хладније собе слао у топлију, упркос другом закону термодинамике. Топлотна разлика између соба могла би дати нови *користан рад* и демон би био кандидат за *перпетуум мобиле*, за неограниченог произвођача енергије.

Термодинамику је основао француски војни физичар Сади *Карно*[37] анализирајући 1824. године замишљену топлотну машину максималне ефикасности. Дошао је до закључка да произведени рад (енергија) не може бити већи од уложеног и да само у ,,идеалном`` случају њих два могу бити једнаки, а таквог нема у пракси. Мора бити да енергија цури кроз зидове посуде, приметио је.

Ове кружне термодинамичке процесе даље је посебно пажљиво анализирао немачки математичар Рудолф *Клаузијус*[38] да би 1854. године објавио свој чувени рад о терији топлоте у којем је установио поменути други закон термодинамике, држећи за први да енергија може мењати своје облике, али не и укупну количину.

Занимљива је његова скраћеница, количник топлоте и температуре, коју је он назвао *ентропијом* (грч. окренутост ка унутра), до тада потпуно непознатом, а коју је обилно користио у формулама. Тој смени варијабли, ентропији, Клаузијус никада није дао неки физикални значај, али је приметио да њена вредност остаје константна у идеалном Карноовом кружном циклусу и да се повећава у реалном. Касније је ентропија називана количином нереда насталог титрањем молекула (*Болцман*[39], 1877), па и информацијом (*Шенон*[40], 1948).

[36] James Clerk Maxwell (1831–1879), шкотски математичар и физичар.
[37] Sadi Carnot (1796-1832), француски инжењер и физичар.
[38] Rudolf Clausius (1822 – 1888), немачки физичар и математичар.
[39] Ludwig Boltzmann (1844-1906), аустријски физичар и филозоф.
[40] Claude Shannon (1916-2001), амерички математичар.

Вратимо се Максвеловом демону. *Ландеур*[41] је 1960. године уочио да термодинамички реверзибилни (повратни) процеси не повећавају ентропију, али по цену да информације о молекулама не смеју бити брисане. *Бенет*[42] је даље показао (1982) да демон пре или касније мора остати без простора за складиштење информација и почети њено брисање које ће овај процес учинити иреверзибилним (неповратним) проузрокујући пораст ентропије. Доказао је да губитком информације кружни систем губи енергију, постаје неповратан и расте му ентропија!

Додатна, недавна израчунавања (Бенет, 1987 – *Сагава*[43], 2012) показала су да би демон произвео више ентропије бавећи се молекулама него што би је елиминисао раздвајајући их по собама. Другим речима, више енергије треба за оцењивање и селективно пропуштање молекула од оне која би се добила температурном разликом соба. Све ово значи да демон није могућ, да су Клаузијусови закони тачни и да је пред термодинамиком научна будућност.

Приметимо да повећање ентропије праћено губитком енергије сада можемо свести на *принцип информације* (минимализма): природа шкртари са информацијом. Топлота спонтано одлази од тела више ка телу ниже температуре, јер се на тај начин смањује емисија информације. Једноликим распоређивањем молекуле собе постижу унутрашњи ред на уштрб губитка вањске комуникације који опажамо као неред, а то је такав процес супстанце против којег нема лека.

Да се повећањем ентропије умањује емисија информације видимо на следеће начине. Број комбинација једноликог распоређивања молекула много је већи од начина њиховог нагомилавања, па у случају да су сви распореди једнако вероватни, много су вероватније равномерне комбинације. То је објашњење које је истраживао Болцман. Из тежње тим више вероватним даље следи да природа тежи мање информативним стањима.

Друго, знамо да насумичним бирањем речи из речника добијамо текст у нереду, неинформативан, док би бројањем речи неког разговора нашли статистички значајно различите фреквенције (број појављивања) појединих речи. Када би те речи слагали водоравно (дуж апсцисе) по опадајућој висини фреквенције, у првом случају (безличног текста) добили бисмо приближно хоризонталну линију висина, у другом случају (смисленог текста) имали бисмо опадајућу криву линију.

Слушајући и бројећи сигнале (рецимо звучне) које испуштају животиње (делфини), према облику поменуте криве, ако је она опадајућа, знали бисмо да они разговарају иако тада уопште не бисмо значи о чему. Слично је са једноликим распоредом молекула ваздуха у соби који нам је извана гледајући безличан, неинформативан. То је стање које се добија повећањем ентропије када кажемо да расте неред, игноришући пораст унутрашње уређености. Тада, заправо, расте унутрашњи ред, а смањује се вањска комуникација.

[41] Rolf Landauer (1927-1999), немачко-амерички физичар.
[42] Charles Bennett (1943-), амерички физичар.
[43] Sagawa, Takahiro (2012). Thermodynamics of Information Processing in Small Systems. Springer Science and Business Media. pp. 9–14. ISBN 978-4431541677.

Потрага за узроком (извором) појма енергије овде је једва покренута поентом на начелу (минимализма) информације, иначе универзалним за све физичке појаве. То начело тек треба да буде видљиво, па у савременој физици још увек различито третирамо информације (механичке, термодинамичке, електричне). Претпоставка је да оно заједно са законима одржања указује на још дубље везе између енергије и информације.

2.6 Комптонов ефекат

Невероватно је колико се *информација перцепције* меша у све – сумњичаво ме пита колега информатичар, иначе електроинжењер. Одговарам: као и компјутери који више нису само ствар алгебре логике и електричних прекидача.

Не изненађује нас физика атома када их користи за своја истраживања, па ускоро неће ни информатика када у принципијелним теоријским истраживањима зађе у природне науке. Право чудо било би да се преклапање ових теорија никада не десе и да већ сада немамо неку претечу таквих сусрета.

Једна од новооткривених веза физике и информатике полази од добро истраженог расејања *фотона* (таласа-честица светлости) у сударима са *електронима*. То се већ учи у средњој школи као Комптонов ефекат. Појаву губитка дела енергије судареног фотона са увећањем таласне дужине предвидео је и описао амерички физичар Артур *Комптон*[44] 1922. године разматрајући дуалност таласних и честичних особина електромагнетног зрачења за што је добио Нобелову награду за физику 1927. године. Искористићу је да скренем пажњу на фине методе теорије информације.

Формула коју је Комптон својевремено открио предвиђа да x-зрака таласне дужине 0,02 нанометара, ако погоди електрон у мировању и одбије се под углом од 30 степени, повећа своју таласну дужину за око 16 одсто, а да тада електрон одлети под углом 73,5 степени, брзином око шест одсто брзине светлости.

Када се исти фотон одбије под углом 45 степени његово увећање таласне дужине износи више од 35 одсто, а електрон се одбија под углом 65 степени брзином близу 10 одсто брзине светлости. Резултати слични овима су мерљиве величине и многи су до данас пажљиво проверавани и потврђивани.

Када након судара са електроном фотон скрене са свог правца кретања, продужи му се талас, повећа му се размазаност. То је смањење одређености положаја фотона и смањење густине вероватноће налажења фотона на датом месту, а тиме и повећање одговарајуће информације – констатујемо додатно.

С обзиром на то да природа чешће реализује више вероватне догађаје, што значи мање информативне, доследно томе фотон би радије наставио своје претходно праволинијско кретање

[44] Arthur Compton (1892-1962), амерички физичар.

у складу са принципом (минимализма) информације. Из истог, силе и судари узрокују промене релативних вероватноћа, а онда и праваца кретања.

Уопште, тела се крећу *инерцијално* (једнолико праволинијски), јер прелазак у неинерцијални или други инерцијални систем кретања виде као прелазак у стања веће емисије информације у стања себи мање вероватна. Та друга, релативна стања повећане комуникације за њих су стања мање *ентропије*, јер ентропија расте смањењем емисије информације ка вани, па због тежње за већом ентропијом тела остају у стањима мировања или једноликог праволинијског кретања све док на њих не делује неко друго тело или сила.

Поремећај максимума ентропије система у једноликом кретању очитава се релативистичком контракцијом дужина у правцу кретања и одсуством те промене окомито на правац кретања, дакле нехомогеношћу. Слично је и у *гравитационом* пољу. За разлику од сателита који приликом инерцијалног кретања слободно пада у сопственом бестежинском стању, гас у соби која мирује вуче гравитација.

Он је због тежине гушћи ниже, а то је релативно смањење ентропије са становишта сателита. Сателит би спонтано прешао у већу ентропију када би релативну ентропију у јачој гравитацији видео већом (приговор теорији која би релативну ентропију сматрала већом) и једноставно би напустио своје инерцијално кретање и пао у јаче поље.

Усклађеност класичних закона физике са (новом) теоријом информације видимо свуда. Расипање, а не стапање фотона и електрона у Комптоновим сударима класично предвиђамо бирајући координате у којем резултирајући електрон мирује. Тај процес гледан уназад у времену дао би емисије фотона (енергије) из мирних електрона који затим одлазе са већом енергијом (за кинетичку), што је немогуће према закону одржања енергије. Аналогно у теорији информације, електрони у мировању не емитују информацију због принципа минимализма. Другом приликом видећемо да ова ситуација разјашњава још неке разлике, пре свега сложених и елементарних система, такође са становишта информације.

Комптоново расипање у складу је са Хајзенберговим *релацијама неодређености* (1927), а оне са информацијом перцепције. Наиме, погађајући непокретне електроне тврђим зракама светлости (краћих таласних дужина) прецизније им одређујемо положај, али веће је расипање импулса, као и обрнуто. Тежећи већој одређености импулса електрона посматрамо их мање прецизним фотонима. Најмањи производи ових неодређености, импулса и положаја (као и енергије и времена), реда су величине Планкове константе и представљају најмања физичка дејства.

Ако је импулс електрона ,,способност ``, а положај ,, ограничење``, Хајзенбергов производ неодређености је сабирак ,,слободе`` у збиру ,,информације перцепције``. Она је окосница (нове) теорије физичке информације, а овде то само напомињем.

Архимедова[45] ,,способност`` била је супротстављена ,,тежини`` проблема тестирања златне круне када је он нашао да тело потопљено у течност бива лакше за онолико колико износи тежина истиснуте течности. Архимед је за тако неоштећену круну краља Сиракузе *Хијерона II*[46] завештану храму проверио да је од чистог злата и да златар није преварио краља користећи сребро које је јефтиније.

Производ две величине опет је компонента ,,слободе`` као у случају релација неодређености, али пркосно формиране у већу укупну ,,информацију перцепције`` него оне у случају принципа најмањег дејства. Па кажемо да Архимед има већу ,,животност`` од самих честица физике.

Било би чудо да будући научници оваква мешања своје струке са методама теорије информације не примете и да их не хтедну користити. На крају, попут геометрије и алгебре, тачне теорије сагласне су не само са сопственим деловима, него и међусобно.

2.7 Фајнманови дијаграми

Славни *Фајнман*[47] на чијим су уџбеницима квантне механике одрастале генерације врхунских физичара аутор је по њему названих дијаграма.

Он је био толико поносан на своје једноставне и апсурдно ефикасне скице интеракција квантног света да их је стављао испред свих осталих својих постигнућа. Тај нобеловац за физику их је цртао на комбију којим би ишао на пецање, по зидовима, на мајицама, јавно се дивећи њиховој несхватљивој тачности.

Интеракције квантне механике сводимо на елементарне честице које се деле на *бозоне* и *фермионе*. У прве спадају носиоци сила (гравитационе, електромагнетне, слабе и јаке), а друге су честице на које те силе делују.

Спин (унутрашњи импулс) првих је целобројан, спин других увек је нека половина. Два или више бозона могу бити у истом квантном стању, а код фермиона то није могуће. Ова забрана, *Паулијев принцип искључења*, чини да су начини понашања те две врсте честица битно различити. На Фајнмановим дијаграмима све фермионе представљамо пуном линијом, Хигсов бозон испрекиданом, фотоне, W и Z бозоне испруженом, глуоне обично таласастом линијом са повратним завојима.

Електрони (негативно наелектрисани фермиони) стварају електрично поље око себе стално испуштајући *виртуелне фотоне*. Када виртуелни фотон са једног електрона погоди други електрон, он постаје реалан и због *закона одржања* изврши се пренос енергије и импулса. Попут слободних чамаца на мирној води који ће се удаљавати када из једног пребацујемо вреће песка у други, електрони се одбијају.

---

[45] Архимед (287. п. н. е. — 212. п. н. е.), старогрчки математичар из Сиракузе на Сицилији.
[46] Хијерон II (? - 215. п. н. е.), краљ Сиракузе од 270. п. н. е. до 215. п. н. е.
[47] Richard Feynman (1918-1988), амерички теоријски физичар.

Тако описујемо оно што видимо на одговарајућем Фајнмановом цртежу. Квантна механика, као и класична (за разлику од статистичке), у својим једначинама дозвољава *инверзију времена* (замену предзнака тока) и тумачење електричног привлачења електрона и *позитрона* (анти-електрона) обрнутим смером њихових времена уз одговарајућу Фајнманову сличицу.

У језгру атома налазе се електрично позитивни *протони* који се такође привлаче са негативним електронима, а одбијају од позитивних позитрона, па се ове сличице аналогијом успешно преносе даље и на такве случајеве, као и на све остале познате интеракције, при чему интерпретација постаје све чуднија. Тиме долазимо до питања уклапања нове теорије информације у ове представе.

Када други електрон од првога преузме виртуелни фотон, он добија информацију. Простор ка првом електрону постаје више информативан и он спонтано ,,бежи``. Природа не воли информацију иако је сва од ње саздана. Други електрон се због тог принципа минимализма информације одбија од првог, али и он емитује поље виртуелних фотона за слично одбијање.

Не комуницира све са свачим, али је овде могућ пренос спина +1 фотона са првог електрона спина +½ на електрон спина -½, када први остаје са спином -½, а други постаје са спином +½ поред неких комбинација које нису могуће.

Када честица путује празним простором, она ,,разговара`` са *вакуумом*. То је прилика за ослобађање од вишка информације настале гомилањем њене прошлости, али и нужност, опет због принципа информације. Тако се фотон пуни и празни информацијом, поред можда још неких других начина ,,таласања празнине``, чинећи те суфиците и дефиците интересантнима (видљивим) различитим учесницима.

Тамо где електрон види суфицит информације позитрон види дефицит и обрнуто, па након интеракције са истим фотонима од електрона се одбијају електрони, а привлаче му се позитрони. То је допуна објашњења Фајнманових дијаграма.

Прост рачун[48] показује да није могуће једноставно одбијање електрона одскакивањем фотона између њих попут пинг-понг лоптице. Оно се неће сложити са *Кулоновом*[49] силом (законом опадања електричног одбијања са квадратом растојања). Исправан рачун даће сферно ширење виртуелног фотона, сфера по сфера из првог електрона, при чему је интеракција тих сфера са другим електроном случајан догађај (није нужност), шанси опадајућих са квадратом полупречника. Те сфере су површине, а информација је *дводимензионална* – покушаћу једном приликом објаснити.

Попут концентричних кругова таласа све мањих мрешкања док се шире површином воде, *амплитуде* виртуелних сфера опадаће са површином сфере, а њихове таласне дужине остајаће непромењене. Смањење амплитуде говори о паду вероватноће интеракције, а константност таласних дужина о непромењеној неодређености положаја и потенцијално пренешеног импулса.

---

[48] У мојој књизи ,,Квантне механике'', слика 1.14 и текст.
[49] Charles-Augustin de Coulomb (1736-1806), француски војни инжењер и физичар.

Након интеракције са другим електроном, када виртуелни фотон постане реалан и из сферног стања пређе у честично, сва околина првог електрона постаје незасићена. Тај мањак информације попуњава се из првог електрона или рецимо подстиче прелазак из фиктивног у реално стање и интеракцију виртуелних сфера другог електрона са првим, убрзавајући супротни смер исте интеракције. Синхронизација преноса између електрона доводи нас на корак до ,,фантомског`` феномена, како је деловање на даљину назвао Ајнштајн откривши га 1935. године.

Овде би се могла догађати и *спрегнутост* квантних интеракција зависних случајних догађаја. Додамо ли је објашњењу Фајнманових дијаграма, први електрон не реагује на присуство другог све док другог не сустигне виртуелни фотон првог и не реализује се, а онда, тек онда, дешава се узајамна интеракција. То би била *ретроактивна* размена енергија, импулса и спина два електрона, алтернативна вероватносном објашњењу компензацијама наизменичним разменама виртуелних фотона.

Због великог значаја фантомске ,,заплетености`` (quantum entanglement) за теорију информације, њихове повезаности за сада непознате физици, можда и о њој нешто испричам неки други пут.

2.8 Шредингерова мачка

Шредингерова мачка спада међу најпознатија предања модерног квантног света, приче којима се увек нешто може додати. Смислио ју је *Шредингер*[50] за расправе у *Копенхагену* да нагласи различитост појава микро од макро физике.

Мачка је у кутији, каже се, у којој је неки случајни догађај може усмртити, а затим отварамо кутију и сазнајемо да ли је мачка жива. Парадокс настаје ако сматрамо да је у претходном стању мачка била и жива и мртва или ни жива ни мртва, а сазнањем она постаје само једно од та два.

Пре свега, ради се о изношењу законитости физике малих величина у наше размере. Као када мрава, који може подићи терет 50 пута тежи од себе, замишљамо великог попут слона и онда фантазирамо о слону који са лакоћом носи више од 20 тона. Ово није могуће, јер маса расте са кубом висине тела, површина са квадратом, а мало је тога линеарно са дужином. У нашој је природи да се безбрижно дивимо бојама, али у природи малог чак и судар са најмањим парчетом светлости био би нам фаталан. Смањивањем тела мењају се физичке особине.

Када се након Планка, Ајнштајна и још неколико генијалаца 1924. године међу теоретичарима квантне механике појавио *Луј де Броj*[51] са идејом да сва материја има и таласна својства (интерференције, дифракције), доминантна у микро-свету, Шредингер се први латио оловке и дефинисао математику такве хипотезе.

Убрзо је, 1926. године, сковао своју чувену таласну парцијалну диференцијалну једначину и дефинисао фантастични свет Де Броја. Зачудо, решења његове једначине почела су се експериментално потврђивати, једно по једно без изузетка. Шредингер је својим открићем

[50] Erwin Schrödinger (1887-1961), аустријски физичар.
[51] Louis de Broglie (1892-1987), француски физичар.

квантној механици и армији експерименталних физичара у лабораторијама по којима су они до тада тумарали мраком дао запрепашћујуће моћну теоријску алатку.

Он је био свестан да је његова теорија испред праксе, да ће га конкретна испитивања само потврђивати и журио је да у новој области отплива што даље. У многим научним радовима које је тада објављивао успешно је тумачио изводе своје једначине, али се можда најтеже хрвао са парадоксалном *суперпозицијом*, тада новом појавом и неотклоњивом у решењима. То је најчешће место на којем се тумачење квантне механике збрзи и које треба појаснити.

Квантна механика је толико математичка да је у експерименталним предвиђањима збуњујуће тачна и прецизна, а свакако да је због истог и неконтрадикторна. Она је репрезентација прво диференцијалног рачуна (Шредингера), па матрица (Хајзенберга) и унитарних простора (Хилберта). Она је сва у анализи, алгебри, теорији вероватноће, увек са истим конкретним завршницама и то ,,у длаку``. Математичарима је то нешто нормално и нећемо о томе.

Оно што је наизглед чудно је теорема алгебре да се свака поливалентна логика (тачно, можда, нетачно) може свести на двовалентну (тачно, нетачно) и шта сада да радимо са неотклоњивим суперпозицијама стања? Само наизглед, као шест стања коцке пре бацања која након бацања увек, али баш увек колабирају (израз квантне физике) у само једно од њих. Додатно, тренутак колабирања је ,,неухватљив``, па је и то мучило Шредингера.

Копенхагенска интерпретација, формулисана од Бора и Хајзенберга 1927. године, данас је стандардно тумачење квантне механике. Оно одбацује питање попут ,,где је била честица пре мерења њеног положаја`` као бесмислено. Чином мерења суперпозиција више могућности реализује се у један исход, односно из неизвесности настаје информација – додао бих.

Неизвесност се умањује тачно за онолико колико информације из ње настаје, а тај процес је насилан, покреће га мерење, интеракција са мерним уређајима. То су (моја) информатичка тумачења. Прво долази из закона одржања информације због чега је и неизвесност врста информације, а друго из принципа минимализма природе око мењања стања информације.

Сва материја састоји се само од података, а њихову количину меримо таквом информацијом за коју важи закон одржања, па отуда квантовање. Наиме, за разлику од бесконачности чији прави део може бити количином једнак целини, свако својство информације, због закона одржања, коначно је дељиво (такође мој став).

Даље, сваки коначни скуп има коначно много комбинација, а слични узроци воде сличним непосредним последицама (не увек и крајњим), па су информатичке појаве физике увек периодичне, али и обрнуто, свака периодичност појаве додатна је њена информација. Материја се састоји само од информација и ето објашњења феномена Шредингерове таласне једначине.

Коначно, информација је еквивалент дејству, најмање кванту дејства (производ неодређености енергије и времена) и према томе – ако је мачка велике масе, она је веома велике енергије, па је преображење те енергије веома краткотрајна појава.

Нема она тада чега да се сећа када је угледамо у кутији, јер је њен процес колабирања из суперпозиције трајао веома незнатно да не постоји начин за мерење нечега тако краткотрајног, а камоли за ,,доживљај``. Тек веома, веома лагана ,,мачка`` имала би дужу неизвесност прошлости да бисмо могли говорити о фантомском деловању садашњости на прошлост, дакле о *ретроактивном* деловању помињаном у прошлом прилогу.

Вратимо се на класичне интерпретације квантне механике. Копенхагенској се замера што ,,неће Месец нестати док га не гледамо!`` (аргумент Ајнштајна), а онда долазе и питања објективности мноштва неизвесности (суперпозиције) пре ,,гледања`` у појаву. Зато је Хју Еверет[52] 1957. године формулисао *вишесветовну интерпретацију* квантне механике. По њему су и жива и мртва мачка постали реални, али у раздвојеним реалностима и нема ефективне комуникације или интеракције међу њима. У информатици, сада су обе ове интерпретације два дела исте теорије.

Постоје и другачије хипотезе, а стално настају и нове. Овде поменута ,,информатичка интерпретација`` кандидат је међу таквима.

2.9 Парадокс близанаца

Хипотеза бога науци није потребна. Осим ако кажемо: ,,Бог је истина``. После чега би атеисти математичари били у проблему. Могли би рећи: Бог воли да се крије, али не воли да се сакрије. Томе у прилог иде принципијелни минимализам информације и дуално објективност увек макар некакве неизвесности. Такође, тешкоће и парадокси науке, а са друге стране наши успеси у њој.

Уместо уобичајене критике *теорије релативности* на основу њених парадокса, овде поступамо обрнуто. Уважићемо да је она експериментално потврђена скоро до десете децимале килограма, метра и секунде. Признаћемо да је теорија релативности након квантне механике нешто најпровереније што физика данас има и да је у том смислу врх наука уопште, а онда погледати шта нам њени парадокси даље поручују. А међу првима је чувени *парадокс близанаца*.

Ајнштајнова специјална теорији релативности објављена је 1905. године. Постулирано је да су сва кретања релативна и да важе исти закони физике за сваког од посматрача инерцијалних система. Други постулат каже да је брзина светлости у вакууму константна, независна од брзине извора. Последице су универзално сопствено време (посматрача мировања) и успорен ток времена у релативном систему (посматрача кретања).

Замислимо сада два брата близанца – једног који остаје у првом систему (на Земљи) и другог који се једнолико праволинијски удаљава и након неког путовања једнако тако враћа назад. Када су два брата поново заједно, парадокс каже да је свеједно који је од браће мировао, па је први више остарио од другог и уједно други је више остарио од првог. Али, када се они опет нађу на истом месту видеће се да нису могућа оба тврђења!

Сам Ајнштајн је својевремено дао разрешење ове ситуације указујући да се путник морао окретати, успоравати па убрзавати, нарушавајући инерцијално кретање. Зато што је један од

[52] Hugh Everett III (1930-1982), амерички физичар.

браће напуштао једнолико кретање нема равноправности њихових стања и нема поменуте противречности. Нећемо сумњати у ово објашњење него ћемо га употребити још даље.

Док се други систем удаљава од првог релативно време му тече спорије све више заостајући у прошлости у односу на садашњост првог. Након смањивања брзине због окретања и враћања назад, опет због споријег тока времена, други систем је стално у будућности првог. Разлика између две садашњости је све мања до поравнања исходишта и сусрета браће када та разлика исчезава. Део сопственог времена путника релативни посматрач са Земље не види. Укупно протекло сопствено време дуже је трајало од релативног за део који релативни посматрач не види, који је у односу на њега, сада кажемо, отишао у *паралелну реалност*.

Међутим, успорени релативни проток времена производи *виртуелне* енергије (вакуума) у реалне које сопствени посматрач не види. Успоравањем времена производ неодређености енергије и времена расте, неке виртуелне честице постају реалне, са њима и виртуелна дејства, па такође и виртуелне информације. Релативни посматрач сада опажа тачно толико нових виртуелних информација колики део сопствених се од њега сакрио у ,,паралелној реалности''.

Теорија релативности, Хајзенбергове релације неодређености и закон одржања информације овим су сасвим синхронизовани, али сада тумачења тек почињу.

Нестајање дела сопствених информација у ,,паралелној реалности`` у односу на разне релативне посматраче може се одвијати у три *димензије*. Наиме, у свакој појединој равни простор-времена Минковског, иначе геометријској подлози Ајнштајнове теорије, релативна временска оса се нагиње у правцу кретања. Како постоје три димензије простора, постоје и три димензије кретања, те су нагињања временских оса могућа такође у три димензије, па временских димензија има колико и просторних.

Ова вишедимензионалност времена, која је иначе карактеристична за (моју) теорију информације[53], новост је за физику. Напомињем да се различите димензије времена не разматрају чак нити у *теорији струна*. То је још увек хипотетичка грана физике која уједињује познате силе и третира простор на десет димензија, али са стално једном те истом временском осом.

Принципијелно *скривање информације*, сада откривено у ,,паралелним реалностима``, виђамо и у чешћој реализацији вероватнијих догађаја (мање информативним), у лакшем кодирању него декодирању, бржем ширењу лажи од истина друштвеним медијима и мрежама. Са друге стране, из егзистенције ,,паралелних реалности`` следи егзистенција објективних *случајности*, а из ове теорија информације, тако да су и ове три (хипо)тезе такође у сагласју.

На крају, то је још само једна од многих потврда да ,,истина воли да се крије, али не воли да се сакрије``.

---

[53] због претпосављене објективности опција

2.10 Бернулијево привлачење

Било које три тачне теорије једнако су непротивуречне са својим деловима као и међусобно. Знамо тако преносити теореме геометрије на алгебру и вероватноћу или обрнуто, али је поучно то откривати на динамици *флуида* (течности или гасова), релативистичком кретању и принципу информације. Пре пар година такву једну расправу наметнуо ми је колега сумњајући да се гране природних наука могу лако повезивати као што то радимо у математици.

Главни део те расправе био је 2017. године у тада штампаној мојој књизи ,,Простор-време`` одакле ћу покушати да пренесем неколико занимљивих детаља и можда бар још једно неиспричано откриће. Идеја повезивања која следи дошла ми је из мало познатог *парадокса возова*, однекуда као наводног доказа неисправности теорије релативности. Наравно, нећемо се обазирати на забавне ,,мудре дедукције`` (мени непознатог аутора), него ћемо ту занимљиву почетну конструкцију искористити да завиримо мало даље у теорију релативности.

Прича каже овако: два воза равномерних једнаких брзина мимоилазе се. Простор између њих тако је отворен да ваздух може слободно прелазити. Знамо да флуид који струји усисава околну супстанцу, а то каже и једначина из 1738. године *Бернулија*[54]: привлачење флуида расте са квадратом његове брзине, поред још неких овде небитних величина.

То значи да би посматрач из купеа првог воза требао приметити кретање свог ваздуха ка другом, а да противуречно томе посматрач из другог воза тврди симетрично – да опажа супротно кретање – излазак ваздуха из свог вагона. Доследно даље, за посматрача извана који стоји на насипу поред возова, два кретања ваздуха, из вагона у вагон, поништавају се.

Бернулијева једначина је неспорна. Она се лако доказује пуштањем течности кроз цев различитих профила (па зато и брзина) на којима су бочно постављени отвори са мерачима притиска. Њену примену видимо и у авио индустрији у конструкцији *крила авиона* са дужим горњим профилом којим ваздух струји брже него доњим, због чега *потисак* авиона на горе расте са квадратом брзине авиона. Потисак зависи и од површине крила, аеродинамике, од густине ваздуха, али такве параметре сада можемо занемарити.

Специјална теорија релативности је такође неспорна. Она се изводи из само два добро проверена приниципа, релативности кретања и константне брзине светлости, из чијих последица извлачимо побољшања рада разних техничких направа. Рецимо ГПС (глобални позициони систем) полази од сателита којима се урачунава контракција дужина и дилатација времена прво због инерцијалног кретања по орбити, а онда и због гравитационог поља. Тај ефекат тачно је пропорционалан порасту кинетичке енергије тела у кретању, који при мањим брзинама (у односу на брзину светлости) прима одавно познату вредност производа половине масе и квадрата брзине тела. Зачудо, овде додајемо, иста сразмерност важи и за Бернулијеву једначину!

Вагон се релативно скраћује само по правцу кретања, а његова запремина смањује се тачно онолико пута колико се повећава Бернулијево привлачење. Зато се та два ефекта поништавају, јер

[54] Daniel Bernoulli (1700-1782), швајцарски математичар и физичар.

пораст притиска стиснутог ваздуха ка вани у равнотежи је са Бернулијевим повлачењем ка унутра. Другим речима, управо смо пронашли још једно извођење чувене Бернулијеве једначине, сада помоћу специјалне теорије релативности.

Следеће питање је: где је ту принцип информације? Погледајте прво мој претходни прилог о парадоксу близанаца. У релативном систему (покретном) време тече спорије него у сопственом (непокретном), па виртуелне честице (енергије, дејства и информације) постају реалне. Оне ничу у тачно оном износу који је потребан да се намири губитак информације због одласка дела покретног система у *паралелну реалност*. Можемо рећи да успоравање времена гура део система у паралелну реалност (недоступну релативном посматрачу) што због закона одржања извлачи *виртуелне информације* у реалне (недоступне сопственом посматрачу).

Теоријски, када бисмо слој по слој имали све бржа кретања концентричних сфера док прилазимо њиховом заједничком средишту појавио би се ефекат централног гравитационог поља, бар што се тиче успоравања времена. Бернулијева једначина каже да би тада било и *усисавања* супстанце ка исходишту сфера. Успоравање времена, дакле, еквивалент је том привлачењу, а како је сва материја сачињена од информације, то овде говоримо о ,,усисавању информације``.

Исти феномен постаје познатији ако ствари посматрамо обрнуто, на равној подлози која се окреће око једне тачке. Даље од осе обртања тангенцијална брзина (окомита на полупречник) расте, па расте притисак супстанце ка вани, сада можемо рећи – Бернулијев притисак. Међутим, те силе ,,усисавања`` већ су нам познате као центрифугалне, а знамо да оне постоје и када нема (видљиве) супстанце. *Центрифугална сила* је сила самог простора и времена! Она једнако делује на простор време и материју, форме информације, па је зато она заправо феномен саме информације.

Када вакуум не би располагао виртуелним дејствима, која би се успоравањем времена могла преводити у реална, онда би био нарушен закон одржања (количине) информације или би *гравитациона сила* морала бити много јача. Принципијелно речено, мањак информације је привлачан као што је вишак одбојан.

На тај начин гледајући, динамика флуида, теорија релативности и принцип информације као да су делови једне те исте, неке за сада рецимо непознате, веће теорије.

2.11 Механицизам

Немачки астроном и математичар Јохан *Кеплер*[55] био је међу првима који су се егзактније бавили небеским телима.

Од 1609. до 1619. године он је откривао законе који данас носе његово име: први, да се планете крећу по елипсама у којима је једно од (два) жаришта Сунце; други, да потез Сунце-планета (радијус-вектор) у једнаким временским размацима пребрише једнаке површине; трећи, квадрати

[55] Johannes Kepler, 1572-1630.

опходних времена планета пропорционални су кубовима њихових средњих удаљености од Сунца. Тако је почела ера *механицизма*.

Са њима је и италијански математичар Галилео *Галилеј*[56] који је бацајући предмете са кривог торња у Пизи 1654. године открио да би сва тела падала истим убрзањем ако не би било отпора ваздуха. Док су други тврдили да је за кретање потребно стално гурање тела, Галилеј је поред наведеног схватио и закон инерције.

Свим таквим открићима класичне механике уопште шлаг на торту дао је енглески математичар *Њутн*[57] у књизи ,,Принципа`` (лат. Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica) штампаној 5. јула 1687. године. Он је, склањајући се од епидемије куге 1665. године у Вулсторп Мејнор, своје родно место северно од Лондона и Кембриџа где је изводио већину нама познатих експеримената (рад на оптици), такође, наводно посматрајући јабуку како пада са дрвета, добио идеју о сили гравитације.

Као добар математичар Њутн је из Кеплерових закона извео да гравитационо привлачење опада са квадратом удаљености. Био је по природи мистик и није видео проблем у простирању силе кроз чврста тела, нити у тренутном деловању на даљину. Посматрајући воду у лавору како се просипа док се лавор окреће, одлучио се на апсолутни простор. Само бављење таквим експериментом указује на тешкоће које је Њутн опажао у Галилејевој инерцији, са системима у једноликом праволинијском кретању (инерцијалном) у којем би сви закони физике требали бити инваријантни (одговарајући исти).

,,Принципи`` Њутна остављали су дубоки утисак на све касније истраживаче природе, а њихова екстремна способност предвиђања која произилази из формула, прецизност и уопште детерминизам као да су их зачарали. Филозофски есеји о вероватноћи Пјера Симона *Лапласа*[58], последњег од водећих математичара 18. века то потврђују. Они полазе од схватања да нам вероватноћа треба само зато што нисмо добро обавештени, а његова чувена реченица резиме је тадашњег механичког материјализма:

,,Ум који би знао све у датом моменту активне силе природе, као и релативни положај свих честица који је чине и уз то био довољно обиман да би све те податке могао подвргнути математичкој анализи, могао би обухватити једном формулом кретање како највећих тела у васиони тако и најситнијих атома у њој; за њега не би било ништа неодређено и он би подједнако јасно видео како будућност, тако и прошлост. То савршенство, које је људски разум био у стању да да астрономији, још увек је слаба представа о таквом уму.``

Дубље разматрање конзистентности вероватноће открило би први несклад Лапласовог механичког концепта већ са самим његовом најпознатијим трактатом (Аналитичка теорија вероватноће). Лаплас је ту детаљно размотрио хазардне игре, геометријске вероватноће,

[56] Galileo Galilei, 1564-1642.
[57] Isaac Newton, 1642-1727.
[58] Pierre-Simon Laplace (1749-1827), француски математичар.

Бернулијеву теорему и њену везу са интегралом нормалне дистрибуције, као и теорију најмањих квадрата коју је пронашао Лежандр. Упадљиву доследност оваквих разматрања крунисао је 1933. године *Колмонгоров*[59] откривши аксиоме вероватноће заснивајући тиме теорију вероватноће као грану математике.

Да нешто више има у тој ,,необавештености`` због које се можемо поуздати у *теорију вероватноће* указивао је и развој статистичке физике у 19. веку, али прави шок је дошао са открићем детерминистичке *теорије хаоса*, на прелазу из 19. у 20. век. Она је откривена и заснована на системима чије незнатне почетне варијације постепено прерастају у веома различита стања какве су метеоролошке појаве. Буквално, најмање зрнце прашине могло је да поквари и заустави савршенство *класичне механике*. Са друге стране, знало се да и највећа стабилност рада система може произаћи из закона великих бројева теорије вероватноће.

Десило се да нико од великих истраживача није покушао искористити ту погодност вероватноће да је она грана математике. Већ у 18. веку био је познат проблем *Буфонове*[60] игле, формула вероватноће за случајно падање игле на под са нацртаним тракама и начин (закон великих бројева) како са бројем бацања игле резултат опита прилази све тачнијој вредности формуле. Зато што формула садржи можда најпознатији ирационални број – пи (π = 3,14159…) повећањем броја бацања тај број добијамо са све већом тачношћу, а на сличан начин и много другога. Те сагласности са математиком нема рецимо статистика. Обрнуто, несагласност вероватноће и математике указала би на неслучајност појаве.

Дакле, неко се могао досетити да каже: па добро, због необавештености о свему што се догађа са гравитацијом ослонићу се на теорију вероватноће, јер она је тако доследна да ће засигурно бити у складу са будућим налазима који ће се заснивати на бољим сазнањима и детерминизму. Не успем ли опет добро, доказао сам детерминизам Њутнове механике. Није се досетио нико, јер је доба механицизма било на свом врхунцу.

Слично је и са другим физичким појавама о којима немамо апсолутну обавештеност. За чашу испред себе рекли бисмо: она је ту на столу, јер је у датим околностима то њено највероватније стање и резултат је великог мноштва. Највероватнији исходи принципијелно најчешће се догађају, па је чаша и у следећим тренуцима на истом месту, све док се не појави нека сила (рука) и премести је. Према томе, сила мења вероватноће. Скретање сателита (тела у слободном паду) са сопствене трајекторије са становишта сателита мање је вероватно. То би следило из пуке сагласности вероватноће са математиком!

У време *Хартлијевог* открића информације 1928. године, поменути принцип вероватноће постао би принцип информације: мање информативно је чешће. Тада бисмо могли рећи да тела слободно падају избегавајући да комуницирају. Али, на то се морао чекати цели век.

[59] Колмогоров, Андрей Николаевич (1903-1987), руски математичар.
[60] Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon (1707-1788), француски математичар.

2.12 Материјализам

У време мојих првих новијих текстова о гравитацији водио сам преписке са колегама из разних струка. Оне о *материјализму* су тада знале бити интересантније од саме главне теме и, по савету једног од њих, ево тих занимљивијих делова у првом плану. На жалост, само неке од тих расправа сам сачувао, а већину морам реконструисати по сећању.

Дискусије су се водиле око три питања. Зар је *вероватноћа* грана математике, а статистика није, да ли се на основу теорије вероватноће могу извести релативистичке једначине гравитације и зашто то и Ајнштајн није урадио? Претпоставите да је одговор на друго питање позитиван (био сам у стању доставити потврде[61]), али о томе ћу вам можда накнадно причати.

За разлику од разних небулоза, па и природних наука и статистике, вероватноћа јесте грана математике, јер су њени докази преносиви у математичку анализу, алгебру, геометрију. Појаснићу то на примеру.

Бацамо *фер-новчић* док не падне писмо. Да се писмо деси у првом бацању, вероватноћа је ½. Ако се деси у другом бацању, прво је пала глава, затим писмо, па је вероватноћа ¼. Ако се догађај оствари у трећем бацању, десио се низ исхода ГГП вероватноће 1/8. То писмо у другом бацању није исто што и писмо у трећем и уопште догађаји у овом низу сви су независни. Њихове вероватноће се сабирају. Пре или касније писмо ће пасти, па у бесконачном збиру разломака имамо све могуће исходе, што значи да је њихов збир јединица – вероватноћа сигурног догађаја.

Да је збир бесконачног низа оваквих разломака, половина од половина, јединица, може се доказати и алгебарски без помињања вероватноће. То је та способност преноса доказа коју нема статистика због чега кажемо да статистика није, а вероватноћа јесте грана математике. Питагорина теорема се не доказује експериментима, па ни експерименталне науке нису гране математике, мада је експеримент такорећи доказ контрадикцијом, основним оруђем математике.

Зато има смисла прогласити се необавештеним у питањима механике и тражити вероватносне поставке за извођење једнако тачних (са класичним) једначинама кретања. Нарочито у свакодневном макро-свету где то гарантује закон великих бројева (опет) теорије вероватноће.

Ајнштајн[62] не би радо радио на климавим темељима, јер је био велики истраживач, а они су ретко задовољни половичним решењима. Стати на „дај шта било“ обично није стил таквих, па је тражио максимум у детерминистичким геометријама и тензорском рачуну. Приметио је да је сателит у гравитационом пољу заправо у слободном паду и у локалном бестежинском стању и закључио да геометрија простор-времена дефинише гравитацију, а да маса и енергија дефинишу геометрију. То је суштина Ајнштајновог извођења по њему названих општих једначина поља.

Преведено на метрику *тензора*, сателити падају крећући се *геодезијским линијама* које представљају најкраће путеве између датих тачака, такође и најмање могуће размене енергије, па

[61] потврде су у књизи [2]
[62] Albert Einstein (1879-1955), теоријски физичар рођен у Немачкој.

и најмање потрошње времена. Недавно је доказано да ти геодезици следе принцип најмањег дејства, а сада бих додао и принцип (најмање) информације.

Тражење фундаменталног решења у детерминизму и геометрији само делом објашњава Ајнштајнов „јуриш“ на једначине поља објављене 1915. године, нарочито зато што је десет година раније упоредо са специјалном теоријом релативности он објавио и анализу *Брауновог кретања*, насумичног понашања честица у раствору, а затим и много тога у квантној механици прилично некаузалној. Други разлози су у филозофској атмосфери тог доба.

На прелазу у 20. век у природним наукама преовладавао је механицизам. Пробијало се уверење да *физику* треба осамосталити, да је материја једно, а апстрактне идеје су нешто друго, да се природне науке требају држати чулних ствари. Томе је погодовала чињеница да је математика многима израстала у све неразумљивију „причу“. Друштвеним наукама наметао се *марксизам*, дијалектички материјализам, а некадашњи Платонов свет идеја губио је трку.

Један од лидера такве филозофије био је *Мах*[63], један од водећих физичара и филозофа тог времена. Прича се да је он једном приликом дошао на Болцманово предавање о ширењу топлоте путем вибрирања молекула, устао, окренуо се ка публици и узвикнуо: „Људи, немојте слушати овог човека, овај човек је будала, атоми не постоје!“ Болцман се убрзо после тога убио (био је склон депресији), али је његова теорија надвладала.

Строжије да гледамо и геометрија би била проблематична у материјализму. Супстанцијални свет нигде не гради тако праве линије, а још мање тако танке да би се оне могле правдати у грађевинарству, а онда бисмо се морали одрицати његових људских креација и држати се само примарних, да не кажем инстинктивних или животињских. Филозофији механицистичког материјализма назирао се крај већ у Ајнштајновој општој теорији релативности.

Данас су друга времена. Заступам филозофију природе по којој су информације свугде. Оне долазе из „локалне“ непредвидљивости. Зато комуницирамо, јер немамо све што требамо. Зато говорим о „информацији перцепције“, јер је сваки локални свет (честица) свет за себе, легалан је у тој теорији. При томе је небитно да ли је он сав наслоњен на једну ширу неизвесност, на општу непредвидљивост генерисану бескрајним апстракцијама попут математичких, јер тај „свет идеја“, односно свет истина, увек је већи од замисливог.

Ово последње можемо слободно рећи зато што нема скупа свих скупова (Раселов парадокс), нема теорије свих теорија (Геделова теорема), нема идеалног критеријума (Аровљева теорема). У том контексту Ајнштајнова општа теорија релативности испунила је очекивања, али је и зрела за нове садржаје.

---

[63] Ernst Mach (1838-1916), аустријски физичар.

2.13 Простор и време

Простор, време и материја врсте су информације. Они постоје и предмети су комуникације. У нарави природе је да не комуницира све са свачим, па је логично питање постоји ли „нешто“ са чиме наше простор-време непосредно не интерагује, а да такво нешто такође „постоји“.

Присталицама механицистичког материјализма било би бесмислено такво питање, јер оно што не можемо пипати, мирисати, видети и уопште осетити чулима, што не може непосредно деловати на нас, рекли би, не постоји. Али не би били у праву.

Велики немачки математичар *Гаус*[64] својевремено се бавио сличним проблемом чије је решење објавио 1827. године под називом „изузетна теорема“ (лат. theorema egregium). Он је себи поставио питање да ли је наш свакодневни простор раван (еуклидски) или је можда закривљен (нееуклидски) и да ли бисмо и како ми то могли сазнати. Идући трагом Гаусовог решења његов ученик *Риман* нашао је математичке форме нееуклидских геометрија, а користећи њих *Ајнштајн* је дошао до својих општих једначина поља.

Нећемо дубље улазити у заплете нееуклидских геометрија, јер би нам и еуклидски можда били претешки, али понешто од свега ипак можемо разумети. Мрав који хода по сфери могао би „приметити“ коначност њене површине за разлику од обичне равнине. Он би се и даље кретао најкраћим путевима између датих места, али ти би путеви на сфери биле највеће кружнице, геодезици лоптине површи.

Закривљеност површи се може разматрати и овако. Поставимо на северни пол Земље неки вектор (орјентисану дуж) који онда паралелно померајмо (транслирајмо) нултим меридијаном, поред Лондона, све до екватора, замишљене кружнице која опасује Земљу на подједнакој удаљености од полова. Вуцимо вектор даље паралелно екватором до меридијана Београда, а онда га паралелно дижемо тим меридијаном све до северног пола. Почетни и завршни правац тог вектора на северу нису једнаки. Дефект правца је промена информације (неизвесности).

Поремећај правца еквивалентан је и промени вектора импулса. Промена импулса настаје трошењем енергије (рада), а она дејством неке силе. Свеједно, репрезентације промене вектора не би се могле десити у равном инерцијалном простору, па поменуте транслације доказују редом: да је простор закривљен, да је он поље неке силе, да има информацију.

Такође, метода разоткрива додатне *димензије простора* у којем је дати Риманов простор закривљен. Како кривина значи присуство гравитације (теорија релативности), а затим како правац гравитације са временском осом (време пута брзина светлости) дефинише раван, у различитим тачкама поља различиту, при чему се временска оса утолико више нагиње ка просторној што је гравитација јача, откривамо да постоје три *временске осе* због три просторне.

То је заправо (непозната) непосредна последица Ајнштајнове теорије гравитације која нам говори о шест димензија простор-времена. Додатним просторним (не и временским) димензијама баве

[64] Carl Friedrich Gauss, 1777-1855

се и савремени физичари у оквиру теорије струна, међутим овде није реч о томе. Њихова теорија у основи је детерминистичка, а овде поентирамо информатички садржај.

Појачаћу ту причу *топологијом*. Топологија је део геометрије огољен од дефиниције дужине. Може се учинити да је она још више детерминистичка и даља од концепта неизвесности, али показује се да није. Индуктивна тополошка дефиниција димензије је за то посебно згодна.

Тачка је димензије нула и сваки коначан и дискретан скуп тачака је димензије нула. Ако фигура (скуп тачака) има дату димензију, онда и дискретан скуп истих фигура има исту димензију. Ако је „граница“ (скуп тачака) дате димензије и она одваја „унутрашњост“ од „спољашњости“ неке „фигуре“, ако она потпуно раздваја те две области, онда та „фигура“ има димензију за један већу од „границе“.

На пример, граница дужи су две тачке (димензије нула), а дуж је одсечак праве, па је права димензије један. Слично је са кружницом или неком другом кривом линијом. Граница круга је кружница димензије један, па је равнина димензије два. Слично важи за сферу или неку другу криву површ са затвореном (кривом) линијом. Сфера (димензије два) изолује унутрашњост од спољашњости простора, па је простор димензије три. Ако садашњост, са свим својим 3-Д простором у датом тренутку раздваја прошлост од будућности онда је простор-време димензије четири. Таква је природа апсолутног, класичног простор-времена.

У специјалној теорији релативности, инерцијалних система праволинијског кретања, појам истовремености је релативан, али се у њему увек може дефинисати „садашњост“ која потпуно одваја „прошлост“ од „будућности“, а онда је такав поједини димензије четири. То нама значи да су инерцијални системи минималне комуникације и да више таквих то нису. Различити правци инерцијалних кретања различито нагињу временске осе и са три просторне димензије граде три временске, исто као у поменутом гравитационом пољу. Погледајмо тај резултат још једном на начин који потврђује везу додатних димензија са непредвидљивошћу односно информацијом.

Замислимо озидану затворску ћелију и њено трајање. Без неизвесности и ерозије то би била 4-Д грађевина која би могла неограничено изоловати унутрашњост од вањског простор-времена. У случају ерозије изолација дела простор-времена (фигуром 4-Д) није бесконачна, па би тачке (догађаји) из унутрашњости ћелије кад-тад биле у спољашњости и, према поменутој тополошкој дефиницији димензије, формирале би простор-време димензије веће од пет.

Скицирао сам неке од начина откривања реалности унутар 6-Д простор-времена, који су у датом тренутку комуникација стално унутар само четири димензије, самим методама математике које би присталице механицистичког материјализма критиковали и успешно оспоравали. У томе је, поред осталог, величина генија Гауса и његовог ученика Римана који су живели у време растућег утицаја такве филозофије и нису јој сасвим подлегли.

2.14 Принцип информације

Случајности постоје, али их природа не воли. То је *принцип информације* у ужем смислу: информација је неизбежна и стидљива.

Зато се толико трудимо око разних предвиђања и вероватно грешимо, јер радимо са објективним непредвидљивостима које нам се мешају у сваки посао. Начелно шкртарење информације је око нас стално да својом благом, али упорном тежњом сакрива сазнања и истине где год се оне могу сакрити. Ретко га примећујемо.

На пример, *новинари* са правом кажу да је вест „човек је ујео пса“ већа од вести „пас је ујео човека“, јер је мање вероватна. Са истим разлогом информација „пало је писмо“ код бацања фер-новчића већа је од информације исхода „писмо“ нефер новчића ако је оно очекивано. Дешавају се начелна измицања из те „расипничке“ ситуације и на друге начине.

Уједначавање почетних услова учесника у *спортском* такмичењу сматрамо фер и она им максимирају шансе. Повећавају број и успешности опција појединаца у надметању ослобађају напоре за дизање квалитета и жестине борбе чинећи догађај богатијим. На принципу информације је да те помаке сузбија. То се и дешава јер је информација физичко дејство, једнакост увећава шансе за сукобе, а сукоби су непријатни, они су напорни.

Излази да је равноправност фер, корисно и непријатно стање. Једнаки имају више шанси за напредовања, али и недељивих циљева и разлога за сукобе, па смо се досетили уређивању друштва помоћу правних система темељених на једнакости.

Стварајући равноправности стварају се претпоставке за нове *сукобе*, чиме се систем самопотврђује и расте. *Правно* регулисање спонтано постаје све сложеније, гушће и скупље. Оно постепено редукује слободе појединаца крадући их за себе, затим гуши фер стања. Претераним уређивањем друштва због слободе и једнакости тако се стиже до неслободе и неједнакости.

Друштвене појаве нису изузете од закона информације па онда ни од *дуалности*, њене важне особине. Неодређености су суштина информисања, извор опажања од немогућих до сигурних догађаја (све до теорема), јер и извесности су знања. Природа бежи од неизвесности ка извесности где год то може, а ове последње толико су мало информативне да их не опажамо директно него их разумемо апстрактно. Све што можемо да доживимо, затим простор, време и материја, али и сигурне ствари врсте су информације.

У примере минимализма информације спада и *феминизација*, односно спонтани раст *ентропије* (окретања ка унутра). Молекуле гаса у соби распоређују се једнолико зато што је тај распоред вероватнији од гомилања. Унутрашњи ред називамо неред, јер га гледамо извана. Уређене ствари мање су (вањски) информативне, као униформисани и постројени војници на смотри, безличне су и аморфне. Збирна информација собе и њене довољно велике околине настоји остати константна.

Да ред емитује мање информације чини се спорним (мојим колегама), па наводим још један пример. Текст сачињен од насумичних речи неког речника мање је „порука“ од праве поруке. У садржајаном тексту поједине речи су статистички значајно чешће од других, њихове фреквенције појављивања у тексту поруке разликују се. Уважавам да је нулти ред, односно апсолутни *неред* немогућ (Ремзијева теорема: у довољно насумичних речи наћи ће се свака унапред дата реченица), штавише приметиһу да је и то у складу са принципом информације.

Спонтани раст ентропије препознајемо у другом закону *термодинамике* (прелазак топлоте са топлијег тела на хладније), али он се назире и у трошењу сваког појединог *друштва*. Успешне цивилизације попуњавају своје дефиците удобности и сигурности у ходу развијајући се, кажемо цивилизујући се, са све више унутрашњег реда и све мање вањске агресивности.

Слично је са облицима *живота* уопште. Они настају усложњавањем и акумулацијом информације њеном принципијелном штедљивошћу, а затим због истог тело их види као вишак којег се жива јединка решава интеракцијама са околином или преносећи сопствено дејство (информацију, слободу) на виши облик у организацију.

Заједно са материјом, простор преузима и акумулира део информације садашњости. Растућа ентропија супстанце васионе умањује емисије информације тачно за износ акумулације у простору. *Вакуум* је магацин прошлости који стално расте.

Притајено деловање умањивања информације видљиво је и у *закону великих бројева* теорије вероватноће. Преласком из микро-света у макро-свет сложености расту, неизвесности постају извесности, па у „свету великог“ уместо да имамо више информације разазнајемо је све мање. Те врсте притајене акумулиране информације откривамо и кроз „немирне“ облике *расподела* (звонасте, експоненцијалне, степене), увек због неизбежних случајности и настојања природе да их негира.

Зато што су информативнији догађаји мање вероватни и зато што их природа мање воли, друштвеним мрежама дезинформације путују брже. Лаж је привлачнија од истине, фикција од науке, декодирање као чин сазнавања теже је од кодирања.

Дејство је информација, али вас погодак камена у главу не чини преинформисаним захваљујући принципијелном минимализму информације. Са друге стране, развој људског сазнања током миленијума каже нам да природа своје истине од нас не успева сакрити.

2.15 Димензије времена

Концепт додавања *временских димензија* једна је чисто математичка апстракција и никада неће имати везе са неком реалношћу – једно је од уобичајених ставова – јер оно о чему нема информације не постоји, а нема (физичке) информације између *паралелних реалности*, бар не у уобичајеном смислу.

Приметићу да се у оваквим питањима дехуманизује „математичка апстракција“ и подмеће механицистичка филозофија, али пођимо редом.

Када би појам *истовремености* био универзалан за све физичке системе васионе (тела у кретању, гравитациона поља), онда бисмо сав 3-Д простор могли представити једном тачком на временској оси. Та би тачка „свемирског простора“ даље од исходишта означавала старију васиону и то је све. Не бисмо знали шта је унутра. Нема информација о распореду и динамици материје и већ због тога би модел *информатичке васионе* којој тежимо морао изгледати другачије.

Можда је изненађење, али *теорија релативности* је такође[65] добар почетак, иако је она наизглед узорно детерминистичка, а за „информатички универзум“ важне су опције и објективне случајности. Због релативистичке забране синхронизације свих садашњости и немогућности дефинисања јединственог 3-Д простора целокупне васионе, претпостављена тачка на временској оси расте и расплињава се у свом ходу. Она се шири у 3-Д координатном систему времена, јер сваки нови правац кретања тражи нови нагиб временске осе већи са брзином кретања.

Формална замена промењљивих простора и времена могућа је. Постоји аналогија ширења и једнак је број димензија времена као и простора, по три, тако да је прелаз „временског“ у познати просторно-временски модел Минковског теорије релативности формално могућ. Препознајемо купе светлости које се додирују врховима у исходишту. Међутим, раст и ширење „тачке простора“ даље говоре о слободи опција, о различитим могућностима еволуције васионе у складу са претпостављеним објективним случајностима. Ево једног примера па настављам.

Биолошке врсте у *Дарвиновој еволуцији* такође имају ширину развоја. Велико мноштво начина адаптације на околину ради опстанка јединки, као и начина изумирања, указује на то да ту често и нема најбољег пута, поред понеких еволутивних конвергенција попут формирања исте физиологије ока из различитих полазишта. Покретача промена има разних.

На пример, у развој снаге лава, рогова јелена, шареног перја код неких птица или интелигенције људи умешало се и удварање. Сексуална привлачност неке особине додатак је, опција, уз голе способности преживљавања. Појава интелигенције код људи могла је бити више ризична него корисна, јер мозак зна више трошити него доприносити, али је опстала.

Тако бисмо могли гледати и на *еволуцију* неживог света (физике) и објаснити један његов проблем са спонтаним растом енторпије (други закон термодинамике). Парадоксално, али принципијелно шкртарење са емисијама информације тежи еволуцији физичких стања у мање информативна, па се онда чини да обрнут ток времена није могућ. Али то би тада било у нескладу са квантном механиком, јер све еволуције квантних стања дефинишу унитарни оператори који су реверзибилни и дозвољавају супротан ток времена. Објашњење овог парадокса, поред осталог, могуће је и са становишта *кардиналности* (бесконачности) теорије скупова.

Низ тренутака у којем постојимо као и низ (свих) атома васионе може имати највише *пребројиво* бесконачно елемената. Толико је природних бројева, толико је целих бројева, тачно толико има и свих разломака, кажемо има их *дискретно* (умерено) бесконачно много. Због закона одржања информације и особине *бесконачних* скупова да могу бити једнаки (количином) свом правом делу, информације су коначно дељиве па чине кажемо дискретне скупове. Њихова унија као дискретан скуп дискретних скупова, васиона информација, такође је дискретна.

Међутим, реалних бројева има много више, непребројиво бесконачно много, кажемо *континуум* много. Њих у низу са пребројиво много позиција генеришемо варирајући вредности позиција, чланова низа, дозвољавајући по две или више опција бесконачном поднизу тих чланова. Квака је

[65] имам доказе

у томе што је континуум толико много већи од дискретног скупа да би вероватноћа избора разломка, *рационалног броја*, на произвољном делу, интервалу реалних бројева – била нула. Штавише, у (пребројиво) бесконачно много покушаја вероватноћа избора макар једног јединог разломка је нула.

Другим речима, случајни избор рационалног броја међу реалним је „скоро немогућ“ догађај. Практично, у васиони коју покрећу и случајности, шанса да би нека, једна те иста, *античестица* (честица са обрнутим током времена) из наше садашњости могла доћи у тренутак раније (наше прошлости) немогућ је догађај. То значи и да античестице које видимо сада па у следећем тренутку никада нису ,,исте''.

Ето зашто нам треба континуум 6-Д простор-времена у васиони информација чије свако својство је коначно дељиво. Зато је и 4-Д простор-време Минковског континуум. Зато важе претпоставке инфинитезималног рачуна тако да једначине кретања физике, Ајнштајнове једначине или Риманова геометрија (због инфинитезималног рачуна) могу бити тачне теорије.

Има много сличних „реалних“ последица поменутих „математичких апстракција“, али *реалност* за несвесна бића каква су трава, мрави или неке крупније животиње, нема смисао онога што реалност јесте. За тим правим одредницама реалности ми још увек трагамо и не треба журити и рећи „није реално“ за нешто што, рецимо, не можемо да поједемо.

2.16 Доплеров ефекат

Кристијан *Доплер* (Christian Doppler, 1803-1853) био је аустријски математичар и физичар, најпознатији по ефекту који носи његово име и који представља релативну промену таласне дужине и фреквенције таласа извора у кретању у односу на мирног посматрача.

Ова наизглед безазлена појава згушњавања таласа којима прилазимо и разређивања оних од којих одлазимо има неочекивану дубину и занимљиве импликације.

Доплеров ефекат или помак јавља се и у *звуку* сирене возила које пролази поред нас која има виши тон у доласку и нижи у одласку него исте сирене у мировању. Брзина таласа је број осцилација множен таласном дужином, па у медију (ваздуху) константне брзине таласа (звука 346 m/s на 25^{o}C) то значи да су таласи извора који нам прилази краћи, а у одласку дужи. Распон фреквенција звука чујности млађе особе је од 20 до 20.000 херца (трептаја у секунди).

Слично је са *светлошћу*. Када се Земља у ротацији око Сунца приближава односно удаљава од непокретних звезда њихова боја привидно се помера ка љубичастој односно црвеној, у првом случају ка таласним дужинама око 300, а у другом ка 700 нанометара. Фреквенције тих рубова опадају од 1.000 до око 430 терахерца, тако да је њихов производ са таласном дужином једнак брзини светлости у вакууму, иначе независној од брзине извора.

Специјална теорија релативности потврђује овај ефекат, али додаје и трансферзално (бочно) смањивање фреквенција сразмерно релативном успоравању тока времена. Средња вредност, аритметичка средина лонгитудиналних (уздужних) фреквенција извора светлости у доласку и

одласку тачно је једнака трансферзалној фреквенцији. Због константне брзине светлости у вакууму одговарајуће смањењу фреквенције је повећање таласне дужине. Општа теорија релативности доследно успоравању времена у јачој гравитацији предвиђа успоравање фреквенција светлости и опет повећање њихових таласних дужина.

Сагласно квантној механици ово издужавање таласа тумачимо повећањем неодређености положаја честице-таласа, па сходно теорији физичке информације (хипо)тезом да позиције простора којем се приближавамо видимо вероватнијим од оних од којих се удаљавамо. Штавише, у складу са третирањем (6-Д) простор-времена те теорије можемо рећи да идемо у будућност зато што нам је она вероватнија.

Поновићу, релативистички ефекат, да инерцијални систем (тело) који нам се приближава има успорен ток времена, при чему ће се његова и наша садашњост изједначити у тренутку сусрета, значи да је он до тог тренутка у нашој све ближој будућности.

Са друге стране, инерцијални систем који се удаљава, а такође има релативно спорији ток времена, заостаје све даље у нашој прошлости. Тумачење већим вероватноћама због краћих таласних дужина првог система и обрнуто мањим вероватноћама позиција удаљавања придодато је сада.

Коначан резултат имамо и у теорији релативности и квантној механици и односи се на 6-Д простορвреме (раније сам описивао). То објашњење не би било могуће без ,,апсурдне" релативистичке контракције дужина у правцу брзине (или у правцу поља) уједно са повећањем таласних дужина.

Наизглед безазлени Доплеров помак има још занимљивих импликација. Погледајмо шта нам он новога можда поручује у вези са *ентропијом*. Из класичне и релативистичке механике познато је да (кинетичка) енергија тела расте са брзином, али Планкова квантна формула каже да је енергија фотона пропорционална само његовој фреквенцији. Парадоксално је што Доплеров ефекат предвиђа смањење те енергије због кретања извора светлости којем се повећава енергија.

Једна од могућности је да зато предефинишемо појмове *топлоте* (топлотне енергије) и температуре тела због чувеног Клаузијусовог разломка, количника топлоте и температуре, који је он 1850. године назвао ентропијом. Прогласимо да се кретањем повећава *температура* тела и његова кинетичка енергија али не и топлота.

Повећање температуре опажамо као Доплеров помак ка црвеном, а настало опадање ентропије у складу је са Болцмановим статистичким тумачењем. Наиме, релативистичка контракција простора дуж правца кретања и изостајања окомитих промена нарушава хомогеност тела. Релативна нехомогеност смањује Болцманову ентропију.

Са друге стране, раздвајањем појма топлоте од кинетичке енергије изостаће промена бројника (топлоте) Клаузијусовог разломка и због повећања називника (температуре) он (ентропија) ће се умањити. Ентропија се тако смањује пропорционално релативном успоравању тока времена

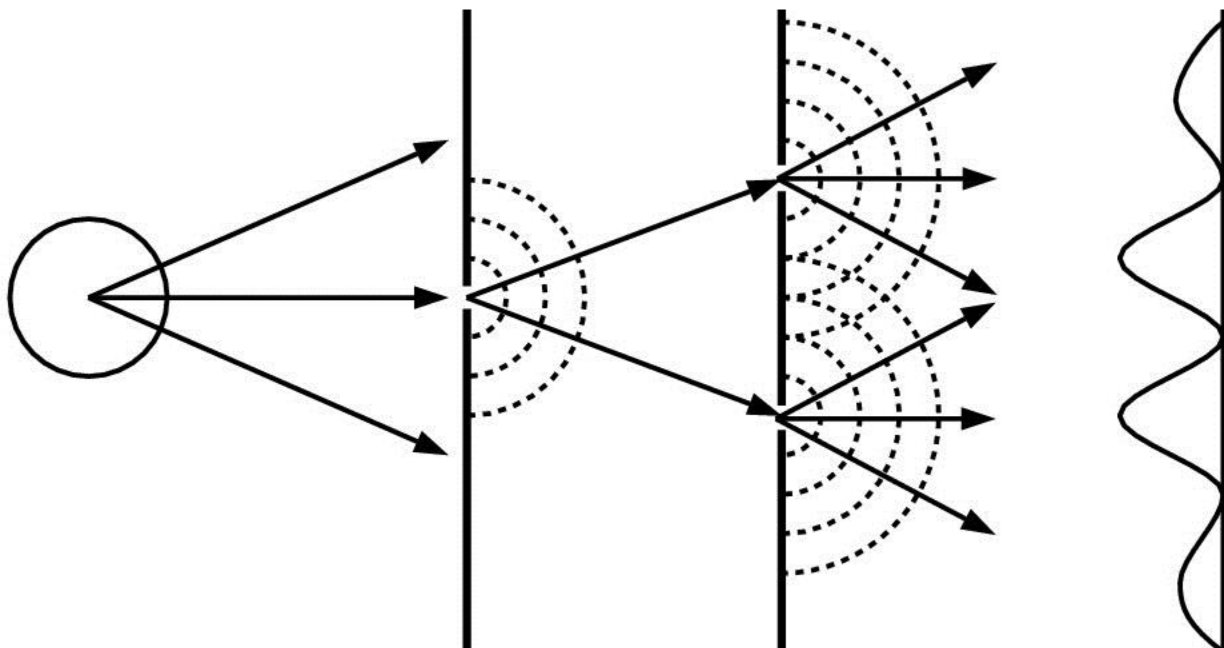
(црвеном помаку). Тада тело остаје у свом инерцијалном стању кретања јер неће спонтано прећи у стање ниже ентропије.

Наглим заустављањем, у тренутку судара са препреком, температура тела је као и непосредно пре судара релативно већа, кинетичка енергија прелази у топлотну и расте ентропија тела. Чаша у лету, тек када удари у препреку, разбија се сагласно повећању нереда због повећања ентропије (у обе ситуације: 1. чаша лети па се разбије о тело, 2. чаша мирује а тело је удари).

2.17 Двоструки отвор

Може ли теорија информације рећи нешто о фамозном експерименту *двоструки отвор* квантне механике, пита ме пријатељ и тражи да ствар мало прилагодим нематематичарима. Наравно, одговарам и настављам: ако вакуум посматраш као један велики стари океан неизвесности, а неизвесност врстом информације, тада прича тече сама.

Пре свега, познаницима појашњавам да је „двоструки отвор“ *Јангов*[66] експеримент из 1801. године којим је он доказивао интерференцију светлости и тиме да светлост није корпускуларна како ју је *Њутн* описивао у својој „Оптици“ (1704). Тек је квантна механика након хипотезе *Де Броја* (1924) о таласној природе материје показала да су обојица били у праву. *Дејвисон*[67] и *Гермер*}[68] (1927) утврдили су сличну честично-таласну дуалност код електрона, а затим је та дуалност потврђивана и код атома и молекула.



[66] Thomas Young (1773-1829), британски физичар.
[67] Clinton Davisson (1881-1958), амерички физичар.
[68] Lester Germer (1896-1971), амерички физичар.

Уређај се састоји од извора снопа честица-таласа који наилазе окомито на две паралелне равне препреке, прве са два блиска и уска вертикална пробеза (отвора), а друга је детектор, екран за мерење укупног дотока енергије снопа. Када су два проreза отворена, сноп пролази кроз оба, интерферира и на екрану се појављују тамне и светле пруге са више и мање пристигле енергије, карактеристичне за дифракцију таласа. Када је један отвор затворен, нема интерференције између плоча и нема дифракције на крају. Показује се слика погодака као у случају дела млаза лоптица које би прошле кроз отвор.

Та дуална честично-таласна природа материје већ је сама по себи загонетна, али са овим експериментом има у њој нешто још чудније. Када се честице снопа пуштају са извора једна по једна, временски одвајане у дужим или краћим интервалима на случајан или други начин, слика на екрану се понавља: пролазећи кроз само један прорез честице немају дифракцију, када иду кроз оба имају.

Математика је ту јасна (познаваоцима). Сабирамо векторе апстрактног Хилбертовог простора који сада репрезентују квантна стања проласка кроз прорезе и према Боровом закону интерпретирамо вероватноће. Један део честица (снопа) одбија се од прве препреке, други део пролази и стиже до друге препреке (детектора), израчунамо густину вероватноћа и утврдимо да мерење потврђује управо оно што је израчунато.

Квантна механика је у том смислу невероватно тачна теорија, а опет је непојмљиво интуитивно необјашњива. Због овог другог она је можда таман толико толерантна да интерференцију једне једине честице саме са собом док пролази кроз два отвора схватимо као њено цепање пре и удруживање након препреке са два прореза. Ова ,,могућност`` честице-таласа вероватноће за сада је и нешто најубедљивије што у овом случају квантна механика има.

Еверет, који је (1957) предлагао идеју о *много светова* квантне механике, у том цепању видео је појављивање исте честице из различитих псеудо-реалности и њихову интерференцију. Алтернативна могућност овој опет је у самој вероватносној природи, сада информације. *Честица* (фотон) која путује *вакуумом* стицала би информације успут, она би комуницирала са „празнином“ и стварала своју прошлост, а како због тога она не расте то расте вакуум. Доследно, празан простор је „пун као брод“.

Обе појаве су могуће, да су у квантном свету случајности значајне и са честицама које се могу појављивати на више места одједном, а са друге стране, да је празан простор врста неизвесности, дакле информација, да има потенцијал комуникације, таласа-честица и интеракција. Величина простора тада говори о прошлости која може утицати на садашњост. Поменути начин је интерференција прошлих и садашњих одговарајућих таласа-честица.

Закон одржање количине ограничава обим података датог система, не и њихове унутрашње промене. Када су оба прореза отворена путања честице није добро дефинисана, још увек постоје избори и честицом доминира таласање вакуума, комуницирање које је циклично размењивање неизвесности. Када је један прорез затворен, утолико је мање неизвесности и честица и њена

путања су изјашњени. Информација је тада формирана и нема места за виртуелни утицај вакуума. Рачун и слика на екрану показују корпускуларно понашање емисије.

Овај опис простора који памти и делује за објашњење парадокса двоструког отвора довољан је као и први (Еверетов). Као код бацања коцке (шест бројева) неизвесност је увек ограничена опцијама које се једине могу реализовати у информацију. Вакуум комуницира са свиме што њиме пролази и, према томе, располаже огромним потенцијалом информација. Он је зато историја пролазака, резервоар могућности који стално расте, док год добија новости од својих путника. Виртуелни таласи вакуума су интерференције тих прошлости, попут таласа на површини океана испод којих се налази много воде. Као геолошке наслаге, или ми сами уосталом који смо и оно што смо доживели или што смо наследили тај *простор памти*.

Ванвременска природа математике подржаће и ово друго објашњење експеримента „двоструки отвор“. Додаће је као врсту генерализације *Маховог принципа* који је својевремено заговарао Ајнштајн мирећи релативност кретања и просипање воде из лавора док се посуда и текућина окрећу. Сва материја васионе ствара једно гравитационо поље унутар којег тела могу ротирати, а сада само додајемо да то поље садржи и историју васионе.

Такво објашњење охрабрује сама природа *интерференције* таласа чији назив је, приметићу, у нескладу са појмом независности случајних догађаја теорије вероватноће. У корену речи „интерферирати“ је деловање на нешто, зависност, док интерференција таласа заправо изражава њихову независност. Зависне су честице које би се привлачиле или одбијале, а не рецимо боје светлости које увек можемо саставити у белу, а њу опет (Њутновом призмом) разложити на неоштећене састојке. Зависна је бела боја од својих компоненти, али нису њене компоненте међусобно.

Ако су два случајна догађаја независна, онда се они не искључују, а ако се искључују, онда су они зависни. То је теорема теорије вероватноће (доказ је у мојој књизи „Квантна механика“), која због форме квантних стања имплицира горње објашњење. Међутим, оно је тек почетак једне дуже још интересантније приче о информацији у физици.

2.18 Гомилање историје

Простор, време и материја облици су информације. Они комуницирају зато што је за њих неизвесност објективна, што су на то приморани и зато што немају све што им треба. Друга важна особина информације интересантна за данашњу тему је њена непоновљивост.

Пре него што бацимо новчић, коцку или извучемо куглицу из лото бубња имамо неизвесност чија количина расте са бројем опција. Оно што је даље нама важно код оваквих случајних догађаја јесу количине – да пре и после реализације добијамо тачно једнаку количину информације у односу на неизвесности. То је смисао закона одржања информације и разлога називања оба ова стања истим именом. Информација је нарочито дефинисана мера података која остаје константна док се подаци (затвореног физичког система) мењају.

Података у неизвесности једног случајног догађаја има више од једног, али исход је само један. Поред тога, неће бити исхода нечега чега није било у претходним могућностима. Када бацамо коцку и једнаке шансе има сваки од бројева, од један до шест, то значи да број седам нема шансе. Додајмо ово претходном као (неки нови) закон одржања самих података.

Две врсте неизвесности, пре и после случајног догађаја, односно две врсте информације, због разликовања назовимо потенцијалном и актуелном информацијом. Као и уопште добро изабрани називи у математици и ови би требали бити корисни.

Називи намерно алудирају на потенцијалну и кинетичку енергију чија разлика (кинетичка минус потенцијална) јесте *лагранжијан*. Испољена енергија за дато време назива се *дејство*, па су еквиваленти поменутим информацијама сада потенцијално и актуелно (кинетичко) дејство. Принцип најмањег дејства (најмање промене енергије) тако постаје принцип најмање информације, а то је опет у складу са претходним, уз напомену да се овакве ситуације још увек не разматрају у физици.

Тако простор изгледа са становишта теорије информације, он комуницира са телима у пролазу неизбежно купећи понешто од њихове историје. Подразумева се да елементарна честица не расте заједно са нарастањем своје прошлости, што значи да сав вишак новости она остављају вакууму (и другим телима ако је у прилици). Резултат је стално гомилање историје света у супстанци и у самом простору.

Да нам структура тела, попут *геолошких наслага* или радиоактивног угљеника може дати информације о себи некад и није неко откриће, али јесте да то чини и сам простор. Савремена физика зна да *вакуум* има своју динамику, да је препун виртуелних честица и то такође није спорно. Оригиналност је да је вакуум *магацин историје*.

Извесност нема информацију и поновљена вест није више информативна. Понављање исте физичке информације није у опцијама интеракција. Са дословним репликама не комуницирамо и зато у перцепцији света имамо толике различитости. Зато простор расте (количином неизвесности) и никада није исти, а његове нам промене нуде скривену историју.

Што се тиче „празнине“ две су крупне последице ове принципијелне јединствености информације коју сада има смисла промовисати. Прва је њено ширење, а друга је деловање прошлости васионе на садашњост. Простор чине потенцијалне информације и поготово зато оне се могу реализовати, а прикривеност и неочекиваност јесу њена бит, као и само деловање.

Погледајмо како ново објашњење функционише са парадоксом принципа минимализма који сам раније наводио као конфликт закона одржања информације и еволуције ка евентуално све мање сложеној будућности. Исти је примећен у литератури као парадокс ентропије због реверзибилности времена у квантној механици.

Тамошњим разлозима сада додајмо и следеће: укупна информација васионе константна је. Евентуални мањак информације у супстанци настао због принципа минимализма (она еволуира у мање информативну) увек је једнак насталом вишку историје васионе садржаном у простору.

Открића астрономије 20. века могу потврдити још понешто. Амерички астроном Весто *Слајфер*[69] је 1912. године открио *црвени помак* удаљених галаксија који је касније интерпретиран као удаљавање галаксија од Земље. Доследно (новој) информатици додајмо да је температура тих галаксија (истог стања супстанце) већа, да топлота није исто што и кинетичка енергија (није увећана удаљавањем), па за Клаузијусову *ентропију* (количник топлоте и температуре) добијамо мањи број. Пошто је светлост са удаљених галаксија дуго путовала, ентропија у прошлости је мања и то је у складу са другим законом термодинамике – да се ентропија повећава.

Руски математичар и физичар Александар *Фридман*[70] 1922. године из Ајнштајнових једначина поља извео је теоријски доказ ширења васионе. Независно од њега белгијски католички свештеник и професор астрономије и физике Жорж *Леметр*[71] 1927. године дошао је до сличних закључака, а амерички астроном Едвин *Хабл*[72] је две године касније потврдио ове теоријске резултате опажањима телескопом.

Према космолошком принципу, запажању да је просторна дистрибуција материје васионе хомогена и изотропна, гледано у довољно великој размери, закључено је да се галаксије удаљавају једна од друге. Грубо речено, оне су попут мрља на балону који надуваавамо. Тај закључак у складу је са горњим налазима ако прихватимо да се гомилање историје у простору очитује ширењем васионе.

Штавише, из сталног прираштаја по јединици запремине можемо извести и закључак о убрзању тог ширења васионе и тако се укључити у најновија открића астрономије и теоретисања о *тамној енергији*. У оквиру истих хипотеза било би и разматрање *тамне материје* као гравитационог деловања поменуте прошлости на садашњост ако би се упоређивања кретања галаксија данас и концентрације њихове материје некада слагале са очекивањима.

Али, са становишта разноликости информације чудно би било да је то све што се крије у „тамној енергији“ и „тамној материји“, чак и када би део ове теорије био факат.

2.19 Класична сила

Концепт класичне силе у данашњој физици је у кризи. Та криза је почела са теоријом релативности и даље се само развијала, али још увек није достигла ниво некадашњег у (ал)хемији популарног *флогистона* на којег су тачку на крају ставили *Лавоазије*[73] и *Пристли*[74] својим истраживањима и открићем кисеоника.

---

[69] Vesto Slipher, 1875-1969.
[70] Фридман, Александр Александрович, 1888-1925.
[71] Georges Lemaître, 1894-1966.
[72] Edwin Hubble, 1889-1953.
[73] Antoine Lavoisier (1743-1794), француски хемичар.

Ето зашто информацију не зидам на одредницама класичне силе, јер сваки пут када сам то покушао нешто није штимало – кажем у одговору на питање читаоца.

Пре свега, дефиниције *силе* која маси даје убрзање и оне која мења импулс временом дају различите вредности у специјалној теорији релативности, а биле су једнаке у класичној физици. То је зато што се релативно време, маса и импулс тела у кретању у односу на посматрача у мировању тако трансформишу да се две одреднице силе не слажу.

Појаснићу ово укратко без много формула, осим што треба знати да се повећањем брзине *инерцијалног система* релативне јединице времена издужују, расту маса и енергија, а такође и импулс у правцу кретања, све пропорционално једном коефицијенту који се назива Лоренцов и означава са γ, грчким словом *гама*. То је број који расте од један до бесконачно када брзина расте од нуле до светлосне. Обрнуто пропорционално коефицијенту релативне дужине се скраћују.

Убрзање је пређени пут у јединици времена по времену, па се убрзање по правцу релативног кретања смањује пропорционално трећем степену гаме (обрнуто је пропорционално кубу тог коефицијента). Маса се повећава, па се сила као производ масе и убрзања (по правцу кретања) смањује са квадратом гаме. Израчунавања су дужа, а ово је само скица резултата.

Другим речима, сопствени посматрач покретног система, који у том систему мирује и који би опажао једнолико убрзање свог система са константном силом потиска напред, релативном би изгледао као да губи на тој сили и још више на убрзању. Пад убрзања је такав да он никада не би могао достићи брзину светлости. Обрнуто, када бисмо извана хтели да видимо његово константно убрзање, сила и убрзање које би осећао сопствени посматрач морали би расти до бесконачности.

Релативни импулс тела по правцу кретања расте истом сразмером као и издуживање јединица времена (успоравање времена), па промена импулса у јединици времена остаје иста за релативног и сопственог посматрача. То значи да је релативна промена силе, као промене импулса за дато време, у конфликту са претходном дефиницијом (силе која убрзава масу). Када по уџбеницима физике тражите Лоренцову трансформацију силе, специјалне теорије релативности, наилазићете на овај израз – да је релативна сила по правцу кретања једнака сопственој.

Занимљиво је да бочна сила по обе дефиниције даје исти резултат. Наиме, нема релативистичке контракције дужина окомито на правац кретања, па рачун даје опадање релативне силе пропорционално са (реципрочном вредношћу) коефицијента гама. То се слаже са оним парадоксом два воза о којем сам писао објашњавајући Бернулијеву једначину према којој флуид кретањем усисава околну твар. Свеједно, делимично слагање је неслагање.

Егзактне науке, а нарочито математика, верују само оним истинама из којих се бесконачно могу изводити дедукције са увек једнако тачним последицама, а нити једна од класичних дефиниција силе не испуњава тај критеријум. За разлику од класичне силе, за сада, принцип најмањег дејства

[74] Joseph Priestley (1733-1804), енглески хемичар.

и одговарајући принцип информације добро функционишу у свим околностима и зато их толико експлоатишем.

Сагласно принципима највероватнији догађаји најчешће се реализују, ма какве околности биле, па силу треба дефинисати као нешто што пркоси спонтаности. Сила је, дакле, нешто што мења вероватноће, да би у новим околностима најчешће реализације промениле своје изборе, односно нешто што већу информацију претвара у мању. У теорији игара би рекли да сила мења информацију у дезинформацију, а онда и шире од тога – да од слабијих шанси за победом направи боље.

То су довољни разлози због којих класични концепт силе треба мењати начелом најмањег дејства односно информације, а тако и радим – додајем на крају у поменутом дописивању.

2.20 Фуријеов развој

Један од највећих француских математичара Жозеф *Фурије* (Joseph Fourier, 1768-1830) био је син кројача и сироче од осме године. Почео је школовање у манастиру, па у војној школи и стигао до студента Високе школе Француске код чувених професора Лапласа и Лагранжа да би 1797. године добио катедру математике у Политехничкој школи.

Фурије је био учесник Француске револуције, пратилац Наполеона у Египту (1798), високи дипломата, секретар Египатског института, од 1817. године члан Академије наука (Académie des sciences), 1826. године члан Француске академије (Académie française), а нама је нарочито интересантан због открића по њему названих редова.

Он је приметио да се тригонометријске функције и посебно синусоиде понашају аналогно валовима. Сабирају се тачно симулирајући интерференцију таласа, а да са довољно одговарајућих синуса у збиру могу имитирати скоро сваку аналитичку функцију. Та универзална замена збиром *синусних функција* можда је много касније дала идеју Де Броју да 1924. године изађе са хипотезом о *таласима материје*, али и да није, значај Фуријеове анализе за квантну механику показаће се огромним.

Познато је да жицу можемо одговарајуће разапети тако да она побуђена титра *стојећим таласима*, мирујући у неким тачкама, чворовима између којих осцилује. Фуријеова математика такве таласе по жељи сабира и транслира, формира унапред циљане облике и имитирајући постиже сваку врсту трајекторије физичких честица. Његове теореме доказују да у математици нема препрека претпоставци о таласној структури материје.

Успостављајући *бијекције* (обострано једнозначна пресликавања) између материје и дејства, интеракције и комуникације, налазимо да Фуријеов развој у редове једнако важи и за (физичку) информацију. Сваки титрај има неку периоду, реципрочна њој је *фреквенција*, а овој можемо придружити *енергију*, импулсе и дејство. Приметимо да је титрање и податак и материјална појава и дубљи разлог да Шредингерова једначина (1926) једнако добро опонаша информацију као и материјалне квантне појаве, па се вратимо мало у прошлост.

Фуријеово откриће је касније више пута побољшавано и генералисано ка другим, данас знамо било којим фрагментима произвољне функције да би се „интерференцијом“ правио скоро сваки жељени облик. Другим речима, математика дозвољава елементарним парчићима трајекторија честица свакакве форме да они заправо и немају форму. То је гаранција неконтрадикторности данашње физике микросвета засноване на микронеодређеностима. А неизвесност указује на информатичко порекло материје.

Штавише, како таласне функције тако и поједине „слободе“, сабирке информације перцепције која је скаларни производ вектора интелигенције и хијерархије, коректно је посматрати као комплексне бројеве. Зато је могуће третирати логаритме експонената тих комплексних бројева као добре сурогате физичке информације и онда добијати периодичност слично честицама (логаритми комплексних бројева су периодичне функције). Опет је математика та која таква гледишта дозвољава, она доказује њихову универзалност и непротивуречност. Међутим, са овим познатим ставовима није крај употребе Фуријеове методе.

Упоредо иде додељивање енергије фреквенцији, ање информацији и обрнуто, а затим и успостављање еквиваленција између осталих физичких величина, рецимо путем таласа, са информацијом. То је детаљ из општих апстрактних веза између истине и материје, којих има од познатих до у физици још неоткривених. Њих треба разликовати од хипотетичне дуалности материје и силе, идеје теорије *суперсиметрија*, јер још увек стоји могућност да сила и материја нису једнако добро утемељени физички појмови.

Међу познатије дуалности спада и сада већ разрађена, али још увек интуитивно несхватљива физикална сличност вектора и оператора квантне механике. Она води у дуалност квантних стања и процеса са некима од најчуднијих феномена теоријске физике који су током друге половине 20. века увелико проверавани и коришћени, али о којима је тешко популарно причати.

Једноставно речено, основни појмови квантне механике попут енергије, импулса или положаја поред својих класичних физичких вредности које се изражавају у техници добро познатим системима јединица заснованим на килограму, метру и секунди имају своје дуалне облике у диференцијалним и другим операторима математичке анализе. Ти оператори формално се понашају као и саме физичке величине иако репрезентују њихове еволуције.

Познаваоцима математичке анализе ова дуалност оператора и величина квантне механике „нормална“ је појава, али и најбољима рутински радећи промакне да се у основи таквих веза налази развој истраживања Жозефа Фуријеа, француског математичара по којем је назван Универзитет у Греноблу. То је данас велики научни центар, посебно у области физике, информатичких наука и примењене математике.

2.21 Закон великих бројева

Закон великих бројева теорије вероватноће још једна је потврда начела минимализма информације. Када желимо више и добијемо мање, он додаје. Ево неколико основних појмова.

Италијански математичар Ђироламо *Кардано* (Gerolamo Cardano, 1501–1576) наводио је да се тачност статистичких налаза побољшава бројем покушаја. Ипак је Закон великих бројева (ЗВБ) први доказао швајцарски математичар Јакоб *Бернули* (Jacob Bernoulli: Ars Conjectandi, 1713) за бинарне случајне промењљиве и прогласио га *златном теоремом*, касније називаном по њему. Француски математичар Симеон *Поисон*[75] је то откриће детаљно описао у истоименој књизи (La loi des grands nombres, 1837) након чега су уследила значајна истраживања теме *Чебишева*[76], *Маркова*[77], *Борела*[78], *Кантелија*[79], *Колмогорова*[80] и *Хинчина*[81].

Када бацамо фер новчић шансе да падне писмо односно глава тачно су пола-пола, али то не значи да ће у сваких десет бацања пасти тачно пет пута писмо и пет пута глава. Поред математичког *очекивања*, средње вредности, важна је и процена средњег одступања од очекиваног исхода. Ово расипање око очекиване вредности уобичајено меримо тзв. *дисперзијом*. Очекивање и дисперзија дефинишу углавном сва нама занимљива својства расподеле вероватноћа случајног догађаја, бар што се тиче математике.

Замислимо неки случајни догађај, тзв. опит, попут бацања (може и нефер) коцке. Сваки од исхода има неку своју вероватноћу, реалан број од нуле до један, тако да збир један значи да ће се сигурно нешто од свега десити. Шансе појединог исхода можемо изразити и процентом његове појаве у неком дугом низу понављања опита или коефицијентом, количником броја датог исхода и свих понављања опита. Збир свих процената је сто, а збир свих количника је један.

Збир свих (реализованих) исхода тачно је једнак броју опита, као и збир њихових математичких очекивања. Зато за сваки од исхода разлика броја реализација и очекивања подељена укупним бројем опита тежи нули када број опита расте. Ове разлике, одступања од средње вредности, ограничене су дисперзијама, тако да код све већег броја опција збирно расипање разлика расте спорије од укупног броја опита. Другим речима, када број опита расте збир свих разлика подељен бројем опита тежи нули.

То је укратко скица „егзактног у небулозама случајности“ која нас доводи до закона великих бројева у математици због чега је тај закон теорема. При томе се подразумева да су опити независни: након десет бацања новчића и након што писмо падне у свих десет случајева опет је вероватноћа писма у следећем бацању иста као на почетку. Са друге стране, када је правилно схваћен и употребљен ЗВБ омогућава дугорочне прогнозе у пословима осигурања, у елиминацији случајних споредних фактора у медицини, у смањењу грешака понављањем мерења.

Најпознатија примена ЗВБ у оквиру саме теорије вероватноће је свођење поменуте Бернулијеве расподеле на *Гаусово звоно*. Прва је биномна расподела коју добијамо, на пример, бацајући

[75] Siméon Denis Poisson 1781-1840, француски математичар, инжењер и физичар.
[76] Пафнутиј Чебишов 1821-1894, руски математичар.
[77] Андреј Марков 1856-1922, руски математичар.
[78] Émile Borel 1871-1956, француски математичар.
[79] Francesco Paolo Cantelli 1875-1966, италијански математичар.
[80] Андреј Колмогоров 1903-1987, руски математичар.
[81] Александар Хинчин 1894-1959, руски математичар.

новчић сто пута и бројећи падања писма. Вероватније је да буде 40 писама него 30, али сваки број исхода „писмо“, од сто до нуле, има неку шансу. Списак вероватноћа тих бројева представља расподелу. Њу можемо тестирати бацањем свих сто новчића одједном или понављањима бацања једног новчића сто пута.

Закон великих бројева тада каже да се средње вредности исхода вишеструким понављањем сто бацања све више групишу око (прецизно дефинисаних) вероватноћа, говорећи чак и о корацима, степену тог приближавања. Када дуж хоризонталне осе (апсцисе) поставимо ознаке бројева догађаја, писама у сто бацања новчића, а њихове висине (ординате) значе бројеве свих реализација, добићемо граф звонастог облика, Гаусову расподелу вероватноћа.

Чудно, али не чудније од чињенице нам је скоро немогуће напамет издиктирати низ „случајних“ бројева који би прошао тест случајности. Тестови случајности постоје и заснивају се на ЗВБ, просто речено, на израчунатим очекивањима и средњим одступањима од очекивања. Није то лако контролисати напамет, па нагађајући бројеве око Гаусовог звона врло вероватно бар мало, али статистички значајно, промашујемо облик кривине његовог графа. Интуиција пада на тим тестовима већ код погађања односа рецимо 40 писама у сто бацања новчића према 30 писама од сто, а да не говорим о износу одступања очекивања у хиљаду понављања по сто бацања.

Наш проблем са тестовима случајности је тај што су они ствар математике, а интуиција је наивна за толику прецизност. Зато тестове случајности користимо за контролу превара у играма на срећу. Они реагују на скоро све „мудре“ покушаје имитирања „природне случајности“ захваљујући нашем потцењивању закона случајности или немогућности да га победимо. Са свођењем биномне расподеле у мноштву на звонасту, они су последица опадања неизвесности повећањем обима опита, а оно опет део је општег начела шкртарења емисијама актуелне информације из потенцијалне.

Да сличних тема има још демонстрираћу једном контрадикцијом. Сакупљањем разних неизвесности ради повећања могућности исхода неко створење могло би хтети да има све потенцијалне исходе. Желећи максималне слободе деловања, управо због закона великих бројева, оно би тада било максимално детерминистички вођено и потпуно неслободно.

2.22 Квантни рачун

Класични компјутер настао је на математичкој логици, теорији информације и технологијама електричне струје.

Од древних Грка знамо за апсолутно тачне исказе, а однедавно умемо и да их „рачунамо“. Затим је ту откриће да „тачно“ и „нетачно“ можемо заменити бинарним цифрама (binary digit) – 1 и 0 – битима информације, па онда и техничким решењима „има струје“ и „нема струје“. Тако су микрочипови постали мозак компјутера начињен од густо интегрисаних кола која симулирају операције алгебре логике.

Упоредо са тим развојем ишао је током 20. века и развој квантне физике. Он је такође заснован на математици, али на алгебри вектора. Вектори су тамо квантна стања, односно суперпозиције

могућности, које можемо називати расподелама вероватноћа. Појаве физике за које важе закони одржања симетричне су (теорема Еме Нетер) и квантоване (јер коначни скупови не могу бити своји прави потскупови за разлику од бесконачних), а такве су и физичке информације. Зато информације могу путовати скоро без губитака и увек су дискретне.

Са становишта начелног шкртарења емисијама информације губици ће бити још мањи ако их преносимо у облику неизвесности, као неизјашњене исходе какви доминирају микросветом. То су ти вектори, низови који дефинишу вероватноће реализације појединих могућности квантних стања која су због коначне дељивости информације увек неке честице.

Од математичких ставова, њихових доказа, па до правних параграфа и политичких изјава, сви облици саопштења су у порцијама, у корацима, а такве су и обраде информације у компјутерима, класичним и квантним. Са друге стране, зато што су расподеле, вектори квантних стања су јединичне норме (дужине), а онда су такви и оператори који их пресликавају (унитарни).

Симетрија квантних процеса значи неку стабилност, промену стања у себи слично (својствено), али и реверзибилност, особину да се копирањем не губи претходна информација. Најпознатији квантни оператори су Адамарова и Паулијеве матрице а потрага за њиховим конкретним репрезентацијама постаје дневни посао многих физичара у свету.

Дакле, уместо класичних електричних кола за проток појединих бита, квантни процесор садржи квантне капије (gates). Оне обично пресликавају двокомпонентне векторе, кјубите (qubit) информације, а зато што је физичка информација увек истинита ствар (не може се десити оно што бисмо могли доказати да се не може десити) и због преферирања неизвесности испред изјашњавања, то је природнији начин. Друга прича је потрошња енергије.

Промена неизвесности у извесност, емисија активне информације из пасивне неко је дејство (производ промене енергије и протеклог времена). Отуда изводим принцип најмањег дејства познат у физици, што сада произилази из принципа минимализма (информације), који опет долази из сазнања да су вероватнији догађаји мање информативни и да су зато чешћи.

Замало исто приметио је и Ландауер 1961. године. Он је истицао да је поништавање информације расипнички процес, јер ће брисање неког записа у молекули на некој позицији термодинамичког распоређивања променити ентропију распореда. Ако се процес одвија на датој температури, производ температуре и промене ентропије је рад, па је Ландауер закључио да за промену информације неко мора да плати енергетски рачун.

Да енергетски рачун квантних компјутера може бити далеко скупљи од класичних, видећемо из следећа два примера.

Замислимо неку за нас „црну кутију“ која трансформише сваки од два сигнала, 1 или 0, у неки од та два сигнала. Класични компјутер установиће шта „кутија“ ради са два пролаза, посебно сликајући „кутијом“ нулу и посебно јединицу. Међутим, квантном је довољна једна копија, јер он

не пресликава бит по бит, него кјубит (оба бита одједном). Па и нема неке разлике, рекли бисте, да није следећег примера.

Да испита сложенију „црну кутију“ са сто улазних кјубита који чине сто множених двојки варијација бита, што је број декадно писан са око 30 цифара, класичном компјутеру требају милијарде година, чак и ако би по пролазу трошио само милионити део секунде. Квантни компјутер би тај посао урадио зачас, у само сто пролаза.

Све оно што може израчунати квантни компјутер може и класични, само ако има довољно времена и меморије. Оно што су некада радиле електронске лампе, транзистори, па интегрална кола била је та формалност коју даље мењамо репрезентацијама Адамарове капије, Паулијевих матрица и других новијих из теорије и праксе квантне физике. Добијамо познато, али са застрашујућим разликама у могућностима, са фантастичним предностима и новим тешкоћама.

Енергетски рачун је толико пута већи колико и температура на којој се процес одвија, па квантне компјутере треба хладити до апсолутне нуле. Ниска температура у контрасту са околином појачава ефекат принципа информације и, према томе, смањује шум околине, али хлађење кошта и тепсија постаје скупља када пита појефтини.

Разлике су и у врсти резултата. Квантно рачунање није више јасан детерминистички процес, оно је пресликавање суперпозиција опција, расподела вероватноћа, па понављање неће давати исте резултате него сличне чак и када закон великих бројева буде чинио квантни рачун веома „егзактним“, у оним најкомпликованијим ситуацијама због којих бисмо квантни компјутер правили.

Са квантним компјутером човек коначно добија интелектуално супериорнијег себи, машину способну да размишља природно, на начин својих градитеља.

2.23 АПР парадокс

Након потврда теорија релативности, у време преласка на теорије са постепеним деловањима на даљину, *локалношћу*, појавио се 1935. године заједнички научни рад[82] Ајнштајна, Подолског и Розена о питању комплетности квантно-механичког описа физичке реалности.

Тај рад се сматра открићем *не локалности* у процесу редукције таласног пакета, у почетку само *АПР парадоксом*, али временом и физике *квантне спрегнутости* (quantum entanglement).

На прве две од само четири странице АПР текста расправља се немогућност истовременог одређивања импулса и положаја честице. У структури квантне механике је Хилбертова апстрактна алгебра. Квантна стања (честице) су вектори, еволуције квантних стања, интеракције и мерења су линеарни унитарни оператори. Множење стања оператором је промена стања, а множење еволуције оператором је промена еволуције. За разлику од обичних бројева, ова множења нису увек комутативна (зависе од редоследа) и то је први проблем.

---

[82] Einstein, A; B Podolsky; N Rosen (1935-05-15). “Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?''

Да је квантна механика репрезентација поменуте апстрактне алгебре примећено је раније – била је позната и некомутативност оператора – али тек након *Хајзенберга* и 1927. године у томе је тражен физички смисао. Његово предлог су *релације неодређености* који имају класични алгебарски и информатички смисао.

Да би се што тачније лоцирао електрон употребљава се светлост што је могуће краће таласне дужине. Али таква има већу енергију и у судару повећава непредвидљивост импулса електрона. Користећи свој „мисаони микроскоп“ и дотадашња знања из физике, Хајзенберг је открио да је производ неодређености положаја и импулса честице у најбољем случају реда величине Планкове константе, кванта дејства.

Смисао Хајзенберговог открића у алгебри линеарних некомутативних оператора брзо је примећен. Разлика деловања првог па другог оператора и другог па првог на квантно стање реда је величине кванта дејства и тај алгебарски резултат назван је *принципом неодређености*.

Наиме, оператор положаја мења положај електрона и поставља вредности другачије од оних које би настале променом импулса (масе и брзине) деловањем оператора импулса управо зато што су два оператора алгебарски зависна. Деловање једног утиче на деловање другог, а важност редоследа примене (множења) оператора положаја и импулса постаје зависност њима интерпретираних физичких величина.

Када оператори представљају зависне догађаје, први мења домен другога производећи другачији опсег коначних последица него када прво други поремети домен првога. Разлика исхода тих узастопних деловања у најбољем случају је квант дејства, даље додајмо најмањег могућег преноса информације. Међутим, када кажемо да оператори представљају независне догађаје, то значи да они узајамно не узурпирају домене један другога, па је свеједно који од њих први делује.

Стога квантна спрегнутост, односно редукција два квантна својства, има еквивалент у некомутативности оператора који их представљају. Следи информатички смисао.

Зависне величине су спрегнуте, а мерење је интеракција честице и апарата, њихова комуникација. Релације неодређености нам кажу да одузимањем неизвесности положаја расте неизвесност импулса честице, односно да повећање активне информације једног својства прати смањење другог, при чему су производи константни. То разумемо непосредно као одржање (количине) одговарајуће информације самог објекта али такође и њене ,,перцепције'' од стране мерних уређаја.

Додаћу, због закона одржања имамо коначну дељивост (сваке) информације, њену појаву и перцепцију у ограниченим порцијама, па да бисмо на тако ограниченом медију повећали резолуцију слике у пикселима онда морамо смањити број фрејмова и покрет учинити нејасним. О томе сам писао раније, али не као овде са нагласком на спрегнутост, међусобну зависност појава, како самог објекта тако и његовог опажања.

У наставку АПР текста на следеће две странице разматрана је аналогна мало сложенија ситуација. Посматрају се два система (честица) који интерагују после чега међу њима више нема комуникације, али први систем (само први) меримо. Интеракција је „редукција таласног пакета" или „квантно спрезање". Након тога на првом систему вршимо мерења, а алгебра квантне механике показује промене такође и другог система!

Парадоксалност долази из ванвременске природе формула, јер други систем може бити веома удаљен. Ајнштајн је тај ефекат назвао „фантомским деловањем на даљину" и да апсурд не остане апстрактан смислио је пример са рукавицама. *Пар рукавица* је стављен у две одвојене кутије, веома раздвојене. Отварајући једну и сазнањем да је у њој рецимо лева, истовремено сазнајемо да је у оној далекој другој кутији десна рукавица пре него што би светлост отуда стигла да нас о томе информише.

За превазилажење АПР парадокса својевремено је најозбиљнијим предлогом сматрано тражење *скривених параметара*. Квантна механика је претпостављана некомплетном, нападан је и сам принцип неодређености (добри бог се не коцка – Ајнштајн). Ударано је и на саме алгебарске поставке квантне механике ако се већ у саму математику није могло сумњати. Јавност је покренута бомбастичним насловима у новинама попут „Ајнштајн руши квантну механику", али је читава ствар брзо заборављана. Није узета за научно озбиљну.

Три деценије касније ирски физичар Џон *Бел*[83] (О АПР парадоксу[84], 1964) нашао је контрадикцију у предлогу „скривених параметара". Довео је у противуречност саму идеју да се тешкоће АПР парадокса могу разрешити варијаблама додатим квантној механици. Такви параметри повратили би квантној механици каузалност (неслучајност) и локалност (постепеност дејства) по цену да нестане Хајзенбергових неодређености и обрнуто. Белова теорема доказује неспојивост идеје која би ,,скривеним параметрима`` разрешила АПР парадокс са статистичким карактером квантне механике, али је њен доказ веома тежак за разумети и тај рад је прошао незапажен.

Прекретница у данас великом и растућем интересовању физичара за квантну спрегнутост били су француски експерименти (1976), својевремени нови шок. На велико изненађење збуњених аутора који су експериментисали да би оспорили Белову теорему они су потврдили „фантомске" последице квантне редукције. Отворили су ново поглавље физике које је за нас посебна тема.

2.24 Генерализација ентропије

Питања, сумње и тумачења „начелног минимализма емисије информације" ређају се и даље. Штавише, као да нарастају са учвршћивањем теорије.

Мало ко данас критикује закон одржања информације, а добро се држи и њена „стидљивост", па и моје објашњење термодинамике, али неке генерализације ентропије као да чекају на боља времена.

---

[83] John Stewart Bell 1928-1990), северноирски физичар.
[84] J. Bell: "On the Einstein Podolsky Rosen paradox'' Physics 1 \#3, 195 (1964).

Рецимо да су *империјализација* и *феминизација* друштва део ширег поменутог принципа, заједно са спекулацијама о расту способности апсорбовања различитих народа са првим, а опадању са другим. Појаснићу.

Реч *ентропија* (грч. обрт ка унутра) као појам увео је 1865. године немачки физичар и математичар Клаузијус сматрајући је мером енергије затвореног система топлотне машине која се више не може претворити у рад. За њега је то била само скраћеница у прорачунима, количник топлоте (енергије) и температуре. Нашао је да је у кружном процесу прираст ентропије сразмеран губитку топлоте, а обрнуто пропорционалан температури.

У *Шеноновој* дефиницији (1948) Клаузијусов разломак постао је мера изгубљене информације. Једноликих распореда куглица у кутијама има више него згуснутих, па се шире и молекуле ваздуха у соби. Ентропија је логаритам броја (највећег од једанко вероватних) распореда, а вероватноћа је њихова реципрочна вредност. Логаритамска дефиниција ентропије је *Болцманова* из 1897. године, у почетку неприхваћена због непризнате идеје атома односно *молекула* гаса. Ентропија тако значи расутост и меру нереда.

Моја разматрања полазе од ових дефиниција. У наставку им прилажем закон одржања информације и њен минимализам, а то помало мења суштину. Познато је да теорије дају смисао чињеницама, што овде долази са околином топлотне машине која чува укупну информацију.

Осциловање молекула просторије преноси се на хладније вањске зидове. *Топлота*} и *температура* ,,излазе вани'', осциловање слаби и остаје повећана ентропија. Како је ентропија количник топлоте и температуре то температура брже опада, па закључујемо да је осциловање молекула значајније температури него топлоти. Обе унутра спонтано опадају, а прелазак топлоте са тела више на суседно тело ниже температуре (приметимо: из мање у већу ентропију) називамо другим законом термодинамике. Први је закон одржања енергије.

Са топлотом одлази и *информација* и у реду је рећи да је повећање ентропије сразмерно губитку информације. То је и у складу са тумачењем информације *дејством* (производ енергије и трајања, или импулса и дужине). Опадањем температуре опада живахност молекула коју овде разумемо сразмерну способности емитовања информације. Наводни настали *неред* пропорционалан је мањку топлоте, а оно што остаје аморфно је стање једноликих распореда, најмногобројнијих комбинација, а зато највероватнијих и најмање информативних.

Принципи информације изнад су делова физике и закона термодинамике. У том ширем концепту ентропија објашњава и закон *инерције*: тело не прелази спонтано из мировања у кретање, јер је релативна ентропија у кретању мања од сопствене!

Отуда *гравитација* смањује ентропију (многи се не слажу са овим мојим тврђењем), па тело убрзава ка јачем пољу да би одржало ентропију. Посебно, пад чаше са стола и разбијање неповратан је процес, јер се заустављеној чаши ентропија повећа (молекуле се распу). Информација чаше делом иде подлози, а веома малим и у сам простор. Размењују се дејства.

Обрнуто, ако чашу у мировању удари покретан предмет и разбије је, предмет и чаша интерагују. Нема судара без промене количине кретања, импулса. Тело успорава, а парчићи чаше добијају на брзини односећи информацију, ентропија оба тела расте.

Информација није само пуки састојак супстанце, него и живота. Тежња ка неделовању, инерцији, облик је принципијелне стидљивости информације, окренутости ка себи, слабе и упорне универзалне силе. *Живо биће* са вишком је информације (и дејства) настале шкртарењем које се затим разблажује због истог начела. Губитак информације губитак је избора и деловања.

За квантна стања смањење опција појединог долази са спрегнутошћу (fidelity), за појединца у друштву са гушћим регулативама, али у сваком случају смањење информације значи већу узрочност и зависност, а опадање ризика и агресивности. Психолошки или економски то доживљавамо као повећање сигурности или ефикасности.

Уопште, процесе са спонтаним растом генералисане ентропије, својствене сваком облику живе материје (као и неживе), називам „феминизацијама“, а њима супротне и незнатно ређе тежње „империјализацијама“.

Империја је по класичној политичкој дефиницији јединица која окупља више народа под један ауторитет, као и царство, а апстрактно то би био информатички систем са вишком упуштања у вањске неизвесности, ризике, иницијативе, агресивности. Империјално и феминизовано друштво стижу са два противна смера „количина опција“, ка вани и унутра, као две формалне, свеприсутне и дуалне, али помало асиметричне појаве.

Тако је империја агресивна према вањском свету, у њеном присуству „спонтано“ се деле вањски учесници. Феминизирано друштво напротив уређује себе и фаворизује унутрашње тешкоће; уређивање тежи једноличности, назор изједначавању свачега, а када то није могуће – разврставању и поделама. Два процеса, империјализације и феминизације, попут буре на мору и смиривања један другог надвладавају, али никада не одустају.

Са наше стране гледајући, природа у сукобу својих супротности као да не зна куда би, она са неизвесношћу не би, а без ње не може. Неодређеност је њена суштина, али она бира изгледније исходе. Без непредвидљивости нема потребе за комуникацијом, од почетка би имали све, али различитости су толико велике да их је и самој природи превише.

2.25 Спрегнутост

Квантна спрегнутост (quantum entanglement) постаје нови „златни рудник“ физике. Она је магнет за генијалце жељне доказивања, за престиж института, војске имају своја очекивања, јер је издашнија за открића чак и од чачкања Церна по „стандардном моделу“ честица.

За две физичке појаве кажемо да су спрегнуте (уплетене) када промена на једној изазива промену на другој. Оне се тако могу мењати услед закона одржања, принципа најмањег дејства или неке треће нужности. Најпознатије су спрегнутости са спином (унутрашњи угаони момент), али ту су и неодређености импулса и положаја једне честице, па и непозната виртуелна деловања. Моја

(хипо)теза је да њих поопштава „способност“ са „ограничењем“ у „слободи“ и остало што следи из *информације перцепције*.

Замислимо да имамо низ догађаја на којима можемо дефинисати парове величина, речених „способности“ и „ограничења“. Производ одговарајућег пара (истог догађаја) је „слобода“. Збир свих „слобода“ физичког система, његова укупна слобода, њему је придружена информација перцепције. Иако је тај део формално неспоран неке примене у физици су неочекиване.

Вектори су у основи низови које у једном случају називамо „интелигенцијом“, а у другом „хијерархијом“. Они су са истим бројем чланова – *димензијом вектора*, који у паровима дефинишу исте догађаје – први „способности“, а други „ограничења“.

Међутим, у ма колико димензионалном систему координата (обзервабли) они били дефинисани, два различита вектора одређују тачно једну раван. Увек се могу свести на 2-дим систем координата, па је информација перцепције димензије два. То је један од новијих ставова.

Квантна стања су репрезентације вектора (Хилбертовог) простора, а њихови скаларни производи говоре нам о квантној спрегнутости. То се може поопштити делом и на макро-свет. У случају просте физичке супстанце, скаларни производ је укупна *слобода*. Она такође следи принципе одржања, минимализма и дејства информације од којих је најпознатији први. Спрегнути вектори су усклађени, они су зависни случајни догађаји и прате се попут електрона у електромагнетном пољу, произвођача и тржишта или травке и тла. А појаве извесности предвидљиве су и пре саопштења.

За сада, типична „свезана“ ситуација квантне механике је емисија честица познатог *спина*. Спин лако региструјемо у магнетним уређајима или поларизацијом и знамо да за њега такође важи закон одржања. Ако је укупни спин спреге нула и емитују се по две сличне честице, оне иду у два супротна смера због одржања укупног импулса, са укупним спином нула. Када су то емисије два електрона, а први је спина +½, онда је спин другог –½. Ако су то два фотона, два спина су +1 и -1.

Шта овде може бити чудно? Када се региструје само једна честица, њен позитиван и негативан спин појављују се као случајне величине. То је ствар проверена мерењима и законима теорије вероватноће. Али, након регистровања (случајног) првог спина, спин друге честице више није случајан догађај, иначе би нарушио закон одржања! Ма како друга честица била удаљена од прве, а време између два мерења краткотрајно, спин друге увек је супротан првом. Тешко да би се експериментална физика на ово освртала да јој то алгебра квантне механике није наметнула.

У данас чувеном[85], а својевремено незапаженом раду о АПР парадоксу, северноирски физичар Џон *Бел* је 1964. године разматрао спреге теоријски. Нећу вас замарати његовим израчунавањима која, узгред речено, мало ко данас и разуме, него ћу их само препричати. Квантим стањима је придружио параметре, било као низове бројева или низове вектора, па налазио противуречност.

[85] J. Bell: ``On the Einstein Podolsky Rosen paradox'' Physics 1 \#3, 195 (1964).

Њоме је доказао да је претпоставка недостајућих варијабли у алгебри квантне механике недопустива.

Са сазнањем да се покушај комплетирања квантне механике због избегавања АПР парадокса не може ускладити са стохастичком природом микросвета, нити са раније провереним Борновим законом (вероватноћа квантних мерења), Бел је своју анализу применио и на друге спрегнутости са истим резултатом. Било је узми или остави, све или ништа, а претходни експерименти већ су изузетно тачно потврђивали квантну теорију. Ту непријатну ситуацију физичари су дуго игнорисали.

Након више од деценије, Американци и Французи су први почели експериментисати са Беловим налазима и, као што знамо, *парадокс спрегнутости* постао је физичка реалност. Нова физика прихватила је експерименте са тренутним деловањем на даљину и апсурдну Белову теорему да без случајности нема нужности и обрнуто. Блаже речено, физика је кренула са уверењем да постоји спрега, испреплетеност вероватносне природе квантне механике и закона одржања.

Даља открића додатна су изненађења. Када делујемо на једном крају пара спрегнутих квантних система и тако постигнемо „ниоткуда“ појаву на другом удаљеном крају, произвели смо не-локално дејство налик преносу информације, односно *квантну телепортацију*. Ако смо то апсолвирали, шта онда рећи на наводно откриће „деловања садашњости на прошлост“, пријављено од Универзитета у Бечу (2012)? То је можда *ретрокаузалност* попут деловања виртуелног фотона на полазни електрон тек након реализованог деловања на другом електрону о којем сам писао раније.

Ако је прошлост нагомилавање информације садашњости, онда би ретрокаузалност (ход ка прошлости) могла бити сродна каузалности (ходу ка будућности). То нам уосталом поручују и унитарни оператори (еволуције) квантне механике, неизбежни и у програму информације перцепције.

2.26 Дирихлеов принцип

Када јато голубова долети у голубарник и ако има више голубова него отвора, кућица у голубарнику, тада ће се бар у једном отвору наћи бар два голуба. То је оригинална верзија *Дирихлеовог*[86] принципа[87] који је ову идеју користио у неким проблемима из теорије бројева, касније називану и *принципом голубова* (енг. pigeonhole principle).

Када имамо 11 предмета распоређених у десет кутија, онда ће бар једна кутија садржавати бар два предмета или у сваком скупу од три природна броја бар два су исте парности. Од ових очигледних примера примене принципа брзо се стиже до све мање очигледних: у свакој групи од 13 особа постоје две особе рођене у истом месецу, у групи од 3.000 особа бар девет слави рођендан истог дана, у одељењу са 35 ученика и 15 рачунара постоји рачунар за којим седе бар

[86] Peter Gustav Lejeune Dirichlet (1805-1859), немачки математичар.

[87] У математици, а посебно у теорији потенцијала, Дирихлеов принцип је такође претпоставка да је минимизатор одређеног енергетског функционала решење Поисонове једначине.

три ученика. У сваком скупу, са било колико особа, постоје бар две особе са истим бројем познаника.

Дирихлеов принцип, наравно, важи и у оној истој алгебри чија репрезентација је квантна механика. Зато су бомбастични наслови да квантна физика руши тај принцип, у неким популарним научним часописима, у другим стоји да га она на свој начин заобилази. Недавни експеримент Минг Ченг *Чена* са још девет аутора Кинеза[88] пропушта три фотона кроз два поларизациона филтера, вертикални и хоризонтални, избегавајући „принцип голубова“.

Када филтери региструју пропуштање фотона, онда нема нарушавања принципа, али их има ако се мерења врше само накнадно дифракцијом фотона на излазу. Појава неодољиво подсећа на чувени експеримент *двоструки отвор* када изјашњавање на препреци пре искључује дифракцију, јер та комуникација „троши“ информацију, а према томе и енергију. То је разлог који се у студијама не помиње, јер се још увек информацији званично не признаје (не препознаје) дејство.

За сада је довољно знати да се појаве микросвета лакше трансформишу недефинисане, неизјашњене. Квантна стања су суперпозиције, расподеле вероватноћа и, на пример, фотон је са вероватноћом 0,6 вертикално поларизован, а са вероватноћом 0,4 хоризонтално. Колапс могућности у један исход је мерење, а наставак након колапса и без њега није исти процес, па је одржавање токова спонтаним, без агресивних интеракција и изјашњавања, прилика за „превару“ Дирихлеовог принципа.

Јакир *Ахаронов* са још пет аутора, три године пре Кинеза, објавио је једно слично истраживање[89]. У сажетку њиховог рада пише: Проналазимо случајеве када се три квантне честице ставе у две кутије, а да се две честице не налазе у истој кутији. Надаље, показујемо да је горе наведени *квантни принцип голубова* само један од сродних квантних ефеката и указујемо на врло занимљиву структуру квантне механике која је до сада била незапажена. Наш резултат баца ново светло на саме појмове сепарабилности и корелације у квантној механици и на природу интеракција. Такође представља нову улогу *спрегнутости*, комплементарну уобичајеној.

Они су разматрали три честице и две кутије. Прескачем запис вектора квантног стања, али разумемо да било које две од три честице могу имати неку позитивну вероватноћу налажења у истој кутији. Они даље показују да постоје и случајеви када нема шансе да по две честице буду заједно. Дефинишу ортогонална стања, тако да постоји хермитски оператор у чијим сопственим вредностима (обзерваблама) су честице. Резултат су три честице (квантна стања) у две кутије, али тако да је у свакој од кутија највише по једна!

---

[88] Ming-Cheng Chen, Chang Liu, Yi-Han Luo, He-Liang Huang, Bi-Ying Wang, Xi-Lin Wang, Li Li, Nai-Le Liu, Chao-Yang Lu, and Jian-Wei Pan: *Experimental demonstration of quantum pigeonhole paradox*; PNAS January 29, 2019 116 (5) 1549-1552; first published January 11, 2019.

[89] Yakir Aharonov, Fabrizio Colombo, Sandu Popescu, Irene Sabadini, Daniele C. Struppa, and Jeff Tollaksen: *Quantum violation of the pigeonhole principle and the nature of quantum correlations*; PNAS January 19, 2016 113 (3) 532-535; first published January 4, 2016.

Њихова анализа открива значајне разлике у посматрању честица одвојено и заједно, додатно разликовању уопште мерења (квантног система на којем се врше снажније интеракције) и немерења. Описане разлике, пре и након раздвајања, увек су тамо као саставни део квантне механике, пишу у прилогу, а сваки пут када вршимо низ мерења можемо поделити оригинални скуп у више различитих, пре и после изабраних подскупова, према резултату коначног мерења и на сваком таквом подскупу можемо приметити сличан ефекат – да свака подела кошта.

Коначно, закључују, опште мерење је мерење (унитарним) оператором са спрегнутим својственим стањима (обзерваблама) и оно захтева или честице у интеракцији или трошење неких ресурса. Квантни ефект голубова је, према томе, пример новог аспекта квантне спрегнутости: мерењу је потребна повезаност да би се појавиле корелације које иначе постоје у непосредном стању.

Подсећам да је спрегнутост стање два квантна система (честица) представљено њиховим скаларним производом. Тај производ изражава вероватноћу интеракција, усклађеност и зависност, па уколико је већи веће је реаговање једног стања на друго, боље је праћење без саопштавања (емисије информације) и лакша су провлачења „испод радара“.

Поменуто објашњење је моје информатичко. Приметимо да оно појашњава горње описе и у случају разлика мерења на скуповима честицама пре и после раздвајања. Последица бољег спрезања је смањење емисије информације, оно је попут везивног ткива као код електрона у атому, код такмичара у *Нешовом еквилибријуму* (у којем би напуштање почетне стратегије угрозило играча) или *живих бића* (која поседују вишак информације у односу на своју супстанцу) адаптираних на своју околину. Иза свих ових појава стоји универзална тежња ка редукцији емисије информације.

Додатна слобода потребна је индивидуи да напусти колектив или додатни ризик потребан је играчу да изађе из добре позиције, аналогно вањској енергији потребној електрону да напусти атом. То нас враћа на горњу идеју да неизјашњавањем на „двоструком отвору“ пролази више информације односно енергије[90], слично поменутом ефекту фотона Кинеза.

2.27 Циклус васионе

Разумео сам неизвесност информације и њен принципијелни минимализам, као и допринос теорије информације Дарвиновој еволуцији, каже ми један анонимни читалац и пита могу ли некако тако објаснити и *развој васионе*? Делови одговора које издвајам спекулативни су, али надам се да су занимљиви и поучни.

Генерално шкртарење комуникацијом је упорна и слаба „сила“ универзума. Отуда претпоставка да је рана васиона могла бити (скоро сва) од резултирајуће, неке крајње нежељене информације. Назовимо је супстанцом. Ова идеја је на први поглед у драстичној супротности са данас преовлађујућом теоријом о *великој експлозији* (big bang), али само на први поглед.

[90] Раније незапажена у физици, сада теза моје теорије.

Некада је у васиони било мање пасивне информације какви су простор и рецимо толерантни бозони (неки од њих су носиоци поља сила), али могло је бити једнако много дејства (производа импулса са дужином), као и касније. Због закона одржања дејства и могућности „топљења“ његове ефективне информације у потенцијалну простор је растао. Губици прве добици су друге. То је у складу са природом информације и претпоставком да *простор памти*. Више физикално говорили бисмо о флуиду чије ширење је *гравитационо одбијање* супстанце, те о *негативној* маси.

Нема информације без неизвесности. Ми комуницирамо јер немамо све, а због истог поновљена „вест“ више није вест. Такође, из тренутка у тренутак свемир настаје изнова, углавном највероватнији у односу на претходно стање, па је последица овакве информатике и *хронолошки континуитет* и доследност. Ова доследност равна је закону инерције, или тези да за вероватноћу такође важи неки (нови) закон одржања, али о њима нећемо сада.

Ако и дејства и импулси губитком супстанце остају константни, онда би се могле дешавати појаве као у теорији релативности. Расту релативна маса и енергија тела, повећавају се таласне дужине (Доплеров ефекат), а скраћују се јединице дужине и успорава време. Због споријег тока садашњег времена даље галаксије (старије) видимо релативно бржима, а сам видљиви свемир постаје нам све већи. Са друге стране, старије галаксије морале би се удаљавати релативно брже већ због више супстанце која је тада могла стварати више простора.

Стигли смо до толико несвакидашњих навода да их треба преиспитати. Онај део опште теорије релативности који настаје изједначавањем (кривине) простора са (тензором) енергије могао би да се уклопи у ову причу. Специјална теорија релативности, са своје стране, има додатни део о *Доплеровом ефекту* који би овде такође пристајао.

Наиме, релативно спорије протицање времена извора светлости опажано у кретању, у приближавању стиже нам из наше будућности, да би се у тренутку мимоилажења две садашњости изједначиле. Скраћивање релативне таласне дужине пристиглих фотона сада тумачим мањом *размазаношћу* и већом вероватноћом положаја. Обрнуто, светлост одлазећег извора све даље је у прошлости, она својим већим таласним дужинама дефинише мање извесна места.

Укратко, *будућност* је вероватнија. Третирамо ли простор и време формално тако да је развој догађаја премештање садашњости у простор-времену, еволуција ка будућности постаје „смер ка“ вероватнијим догађајима. Наглашавам, јер сличног објашњења физика за сада нема.

Дакле, супстанце је све мање и време је све спорије. Гравитација вуче тамо где време успорава, а успорени ток времена увећава релативну инертност тела, па према томе и *релативну енергију*. Исте твари имају све веће енергије на начин да је укупна енергија *садашњости* константна, па је закон одржања енергије валидан, као и дејства и информације.

Доследна информатичкој теорији била би зависност садашњости од прошлости. Ми смо и оно што смо били, а делом су такве и ствари. Сложенији системи лакше меморишу своју прошлост у

супстанцу. За то имају све мање опција што су једноставнији, а најпростијима остаје само простор. Честицама се гомила садашњост и оне без „гепека" остављају је успут.

Фотон путујући индукује своје електрично поље које индукује магнетно а ово опет електрично, из чега сада видимо комуникацију са простором. Информација је дводимензионална, са једном осом увек у смеру кретања, а са другом наизменично ка горе (електро), затим лево (магнетно), доле (електро) и десно (магнетно), у четири такта са укупно 720 степени једног циклуса.

Све су овакве (изометријске) трансформације неке ротације, а описана је дупла пуна ротација фотона у кретању. Он је {*бозон*}[91], међутим сличну ротацију за два пуна угла имају и сви *фермиони*[92], честице на које се поља сила (бозони) односе. За пример трага фермиона у простору узећу електрон.

Електрони комуницирају помоћу фотона. Сваки од њих у таласима емитује сфере виртуелних фотона, које ако интерагују са неким другим набојем постају реалне. Вероватноћа интеракције опада са површином сфере, али пренесени импулс остаје константан. Дејство иде и временски уназад, јер је интеракција непредвидљива и дешава се након емисије. Најмање два дела описаног процеса новост су физици: да *Фајнманово* дејство виртуелним фотонима носи *сфера* а не линија, затим *ретрокаузалност*.

Ова прича о ширењу васионе можда је опис *тамне енергије*, а прича о прошлости опис *тамне материје*. Друга би била псеудо-реална (лакше делује на нас него ми на њу), нестајање супстанце значило би настајање тамне материје, раст засићености простора и вероватноће искакања виртуелних честица из вакуума, али ово су теме за неку другу прилику.

Информација као „стварност и истина" нуди и већа чуда. Сваки део *тачне теорије* није у противуречности нити са једним делом нити једне тачне теорије, па би свако безбрижно теоретисање детаљима, док год је на терену тачног, могло бити тачно, али управо зато ни алтернативне „тамне материје" не би нас изненадиле.

2.28 Атом водоника

Најједноставнији физички систем који садржи интеракције потенцијала (није изолована честица) јесте *атом водоника*. Чине га један протон, један електрон и електростатички *Кулонов потенцијал* који привлачи позитивна и негативна наелектрисања протона и електрона и држи их заједно, а опада са њиховом међусобном удаљеношћу. Као квантни систем то је једини модел атома чије нам је решење *Шредингерове једначине*, за сада, сасвим познато.

Убрзаћу, вероватноће налажења електрона у атому водоника описује производ три таласне функције које дефинишу редом његов радијус, меридијан и паралелу (азимут). Помало слободно назване то су три променљиве *сферног система* координата, редом r за удаљеност од језгра атома (исходишта), угао (φ – фи) у главној, хоризонталној равни и угао (θ – тета) отклона од те равни.

[91] Rastko Vukovic: *Bosons* – Integer spin particles, January 7, 2015.
[92] Rastko Vukovic: *Fermions* – Half-integer spin particles, January 3, 2015.

Радијална функција има решења само за енергије које познајемо још из *Боровог модела атома*. Електрон орбитира око језгра попут планета Сунчевог система на квантованим удаљеностима са редним бројем који називамо *главни квантни број*, ознаке n. Потенцијална (негативна) енергија електрона на орбити опада са квадратом тог броја, зависно од површине сфере и броја могућих стојећих таласа.

Са становишта теорије информације рећи ћемо да негативној енергији припада негативно дејство (производ енергије и времена) и дефицит информације у односу на неутрално стање. *Мањак информације* је привлачан. Електрон тада у стационарним таласима не осећа Кулонову привлачну силу и то је аналогно бестежинском стању у сателиту у слободном паду у гравитационом пољу.

Негативном потенцијалу електрона мора се додати (позитивна) енергија да он изађе из језгра на вишу орбиту ка неутралном стању информације. За разлику од Боровог модела атома, решења Шредингерове једначине могу бити и позитивне енергије, дакле *позитивне информације*, тада за слободне електроне.

Кретањем, орбитирањем електрона око језгра настаје магнетисање које налазимо у решењу меридијалног фактора (фи). Оно је придружено само целим бројевима које називамо *магнетним квантним бројевима*, ознаке m. Кретање електрона представља електричну струју која индукује магнетно поље па присуство магнетног квантног броја сведочи о кретању електрона по *орбити*, иако је оно до те мере „размазано“ да нема смисла говорити о тачнијим положајима.

Претпоставка о тачним положајима електрона водила би теорију у контрадикцију. Зато ћемо рећи да се због магнетног квантног броја електрон понаша као „исход“ случајног догађаја, али и као „могућност“ због размазаности. То су два стања процеса смењивања актуелне и потенцијалне информације електрона. Електрон не осцилује само у простору (временом) око протона, него и динамички. Појаснићу.

Квантни систем је репрезентација Хилбертове алгебре, *квантна стања* представљају њени вектори, а квантни процеси су еволуције квантних стања представљене линеарним унитарним операторима. На крају, вектори стања су увек неке честице просто зато што је „свако својство информације дискретно“ (последица закона одржања), али како сами поменути оператори такође чине неки векторски простор (дуалан првом) то су онда и квантни процеси опет и „честице“. Обе врсте вектора се, свака на свој начин, своде на исте законе квантне механике.

Трећи фактор решења, који дефинише азимут (тета), зависи од ненегативног целог броја названог орбитни, угаони или *азимутни квантни број* ознаке ℓ. Решавањем Шредингерове једначине налазимо да он не може бити већи од магнетног квантног броја и да је мањи од главног квантног броја.

Редни број љуске, главни квантни број горња је (недостижна) вредност азимутног квантног броја који је (достижна) граница апсолутних вредности магнетног квантног броја електрона. Другим речима, азимутни квантни број својим ограничењима дефинише степене слободе електрона у атому, а тиме и могућности попуњавања љуски атома.

Четврти квантни број је *спин* (ознаке s). Спин електрона има само позитивну или негативну вредност половине. Он не зависи од Кулонове силе и не долази уз описано решење Шредингерове једначине. Међутим, два електрона у атому не могу имати сва четири квантна броја једнака, јер то забрањује *Паулијев принцип искључења*.

Полазећи од Паулијевог принципа и узимајући у обзир горња решења, електрони се слажу у љуске атома тако да добијамо *периодни систем елемената* познат у хемији. То је својеврсна потврда квантне механике.

3. Дејство информације

Напричао сам пуно тога новога а било би невероватно да је све тачно. Зато ће наставак текста бити врста понављања градива, али не истих тема, нити истих метода, а ни само претходно начело минимализма неће бити третирано на претходни начин. Поента ће бити на еквиваленцији физичког дејства и информације, а одговарајући формализам потражите у књизи [3].

3.1 Животни циклус

Успон и пад сваке од око тридесетак познатих водећих цивилизација праћен је, између осталог, развојем неког облика система *права*.

На почетку, у фази младости, друштво има свеже норме понашања које се временом допуњавају развијајући и стабилизујући систем. Након зрелости оне се усложњавају док заједница успорава и застарева. Време старости је када поправке правосуђа додатним ограничавањима не помажу као некада. Сличан концепт важи за многе *животне циклусе* – од фирми до живих бића – а лако се надовезује на теорију информације.

Овде нећу навести типичне примере *цивилизација* (као раније) да нас дедукција из историје и статистиком не би завела. Са открићем идем обрнуто – теорија препознаје чињенице, а ако је добра, редефинисаће оне које се „не уклапају“ и предвиђати изузетке. Ништа испод тога.

Велика цивилизација била је древна Кина два и више векова пре нове ере – по изумима компаса и барута, прављења папира и штампања, посматрања комета и помрачења Сунца. Они су мерили време сенкама, развијали оружја (самострел) и постајали изнутра сигурнија и уређенија држава.

Истраживачима преимперијалног и империјалног периода Кине позната је традиција растуће заштите личних права, имовине, уговора, породичних односа и наслеђа. Она подсећа на Римску Републику и њен каснији империјални период обогаћивања Закона дванаест таблица, у првом периоду непромењљивог.

Древни Египћани били су нарочито успешни у подручју математике, архитектуре и медицине. Стигли су далеко испред свог времена у погледу родне равноправности – мушкарци и жене (осим робова) сматрани су једнаким пред законом. Од око 170 фараона шест су биле жене, прва Собекнеферу, а последња Клеопатра.

Њихов легални систем засниван је на „хармонији почетка времена“ (ma’at) – да треба бити у миру са собом, друштвом и боговима, а прекршиоци су често окрутно кажњавани. Судије су, као и данас, били људи сматрани експертима у том подручју, судови су вагали налазе о прекршају, а полиција је силом приводила прекршиоце, али на врху је био краљ (фараон). Ранији прописи једноставнији су да би се касније умножавали, резултирајући растућом бирократијом, претераним лажним сведочењима и губитком вере у концепт.

Цивилизација Инка, на месту данашњег Перуа, градила је софистициране и обимне путеве, као и веома строге и оштре законе полазећи од три основна сета: „Ama Sua, Ama Llulla, Ama Quella“ (не кради, не лажи, не буди лењ). Овим и законима за одржавање моралног и дисциплинованог

друштва у царству Инка утезана је социјална стабилност. Влада Инка промовисала је мир међу својим грађанима, а када би какав злочин био извршен казне су биле немилосрдне.

Поенту ове приче неће оспорити ни лошији примери од наведених, нити случајеви прекида цивилизације због несреће. Главно је да из шкртарења дејством може настати вишак, а из вишка живот током којег се смењују ризик и ред.

Информација је *количина могућности* чиме је она блиска појмовима слободе и права. Крајњи аспекти те мере су неизвесности и исходи, а принципи су одржање и штедња. Инертност и начело минимализма информацију доводи у везу са физичким дејством. Неке њихове последице добро су познате физици (одбијање и преламање светлости, кретање трајекторијама у пољу силе), друге су мање познате (спонтан раст ентропије), а овде циљане (тежња ка сигурности, неделовању и јачању правне државе) непознате су као такве.

Право чине ограничавања. Одузимањем једних опција расту вероватноће осталих, то нас усмерава. Привлачност уходаности подсећа на железнице, ходу воза по шинама по контролисаној пажњи и деловању лишеном потребе за болним изненађењима. Правна држава нас награђује сигурношћу и ефикасношћу и „слатким“ осећајем живљења без ризика, наглих промена енергије, силе и агресије. Тражећи заштиту од државе заправо тежимо стању мање креативности, мање одговорности, предајемо јој своје слободе „на чување“. Преносећи своју животност и памет кроз прописе, заваравамо се да околина може стајати или да је наша побољшана организација може увек надвладати.

Међутим, правни организам сазревањем застарева. Околина црпи предности нама забрањених опција и иде даље на начине крутом телу незамисливе. У природи информације је *непредвидљивост* чију моћ видимо као оригиналност и дрскост уљеза.

Са све боље уходаним забранама заједница тоне у своје *спреге* зато што оне имају веће вероватноће (fidelity). Вероватније се догађа чешће, оно носи мању информацију и мањег је дејства, па удруживања „спонтано“ еволуирају ка таквима. Оно постаје лепак удруживања. Тај ход у уређеност, у слободнијем окружењу, прави је жртвом. Некада велика цивилизација на крају постаје сапета, жртва одважних или болесник којем треба вањска помоћ.

Крути стари систем не признаје или не види друге оптимуме слободних опција. Док он напредује у фази диктатуре, са смањеним поверењем у истину и слободу, тврдоглаво је слеп на мноштва попут биолошких врста једнако добро адаптираних на исту природну средину. Многе *биолошке врсте* својим сопственим перцепцијама посебно су везане за заједничко тло. Даљем нагомилавању забрана и државне присиле следи распад. Оне су ипак вештачке и неприродне, пркосе истини, зато се пуне грешкама и отуђују од почетних идеала.

3.2 Стокхолмски синдром

Стокхолмски синдром је психолошко стање повезаности отетих и отимача. Израз је први пут употребио *Бејерот*[93] после заробљавања четири особе током неуспеле пљачке банке на Нормалмсторгу у Стокхолму од 23 до 28. августа 1973. године.

Таоци су се емоционално везали за разбојнике и после су правдали њихове поступке. Касније, у време судског процеса, они су нерадо говорили о том догађају.

Занемаримо за сада сва друга позната и непозната објашњења, па размотримо слична стања или процесе са становишта информације перцепције и вероватноћа. Узмимо да имамо два субјекта, лице и ситуацију, са низом догађаја које вреднујемо свако на свој начин.

Вредности су, на пример, способности лица да се носи са датим догађајима и способности ситуације да их у томе усмерава/ограничава. Производ способности и одговарајућег ограничења над истом перцепцијом је слобода, а збир свих слобода – информација перцепције.

Аналогна овоме је „спрега шанси“. Обе су скаларни производи вектора на истом простору догађаја и стога са једнаким бројем компоненти – прве информација, а друге вероватноћа исхода. *Производ расподела* вероватноћа неки је број, од нуле до један, највећи када се са већом компонентом првог множи већа другог, односно са мањом мања. У супротном случају, растућег низа компоненти првог вектора, а опадајућих другог, тај производ је минималан.

Информација је логаритам вероватноће, а спреге шанси као и перцепција имају заједничку форму и утолико интересантније интерпретације. Већи *скаларни производ*, већа спрега значи усклађеније векторе. Они су тада „паралелнији“, способности су усмереније ограничењима. Боља адаптираност лица на окружење привидно повећава укупну слободу; искључивање дела могућности фокусира нас на оно што смемо и ослобађа нас вишка труда.

Да бисмо ово још боље разумели присетимо се да је информација дејство и да за физичка дејства вреди начело минимализма. Избегавамо непознато не само због страха, можда и урођеног, него и због отпора према напору и зато волимо ред и сигурност, а ефикасност лако бркамо са креативношћу. Са друге стране, неизвесности и окружења су нам неизбежни.

У каквом год стању да је лице, оно је негде. Способности су пластичне и покушаће се адаптирати на неко од понуђених ограничења, на овај или онај начин, са овим или оним секундарним разлогом иза којих заправо стоји принципијелна тежња природе да реализује већу вероватноћу, односно мању (стварну) информацију.

Када имамо моћ причаћемо около о миру да бисмо стекли више моћи знајући да је свако заробљеник неких хијерархија. Везује нас привид слободе да бирамо оно што ће нама доминирати, а што се често сведе на бирање да бирање избегнемо.

[93] Nils Bejerot (1921-1988), шведски психијатар и криминолог.

Животи микро-честица нису другачији. Тумачимо их једнако користећи претходне „слободе“ или њихове експоненте који су „шансе“. У квантној механици шансе дефинишу суперпозицију датог квантног стања (честица), можемо рећи расподелу вероватноћа. Два квантна стања су у спрези чији интензитет (усклађеност стања) мери скаларни производ њихових расподела. Тај производ узима вредности вероватноћа, од нуле до један, при чему већој вредности припада изгледније спрезање.

Ма о каквом квантном стању да говоримо, оно је увек у неком окружењу. Аналогно важи за процесе који су такође вектори тзв. дуалног простора стања. Склоност стања (процеса) за удруживање расте са скаларним производом, а њихова „пробирљивост“ делом је детерминистичка, а делом стохастичка, прво због нужности теорема, а друго због случајности појава на које се оне односе.

Невероватно је, али у дејству информације налази се исти дубоки узрок који нас чини подређенима, због којег се интернетом лажи шире брже од истине, због чега је лакше кодирати него декодирати или који Земљу држи у орбити око Сунца, а електрон везаним у атому.

3.3 Релације неодређености

Хајзенбергове[94] релације неодређености (1927) једно су од најважнијих открића квантне механике и можда једна од најутицајнијих новијих идеја.

Оне су откривене „посматрањем“ честице кроз замишљени микроскоп за чије тачније одређивање положаја узимамо фотоне (светлост, електромагнетно зрачење) краћих таласних дужина, али зато са већим импулсом и преносом више његове неодређености у судар. Рачун показује да ред величине производа неодређености положаја и импулса посматране честице није мањи од *Планкове*[95] константе, *кванта* дејства.

Светлост (електромагнетни талас) има енергију која множена трајањем једне осцилације даје Планкову константу, па је истог реда величине и производ неодређености енергије и трајања. У простор-времену импулс и енергија чине четири координате, одговарајуће дужини, ширини, висини и времену потребном да светлост пређе одређени пут.

Везу између кванта дејства и информације илуструје познати пример *дигиталних записа* слике и филма. На датој магнетној меморији слика је онолико оштрија колико пута је покрет мање детаљан. Детаљ слике (пиксел) пропорционалан је дужини, а импулс брзини.

Апсурдно је, али дубљи узроци неизвесности крију се у извесности, прецизније речено у зависности случајних догађаја. Није могуће променити импулс честице без промене њеног положаја и обрнуто, а такође нема ни тренутне промене енергије нити време може тећи без њених размена. То даље значи да су импулс и положај зависне величине, оне се тако узајамно допуњавају да промена прве па друге није једнака промени друге па прве.

---

[94] Werner Heisenberg (1901-1976), немачки теоријски физичар.
[95] Max Planck (1858-1947), немачки теоријски физичар.

Зависне процесе представљају *некомутативни* оператори, независне комутативни. Квантне еволуције прате посебне линеарне функције за које из алгебре знамо да им композиције обично нису комутативне. На пример, удвостручење броја и додавање јединице: удвостручен број три па увећан за један даје седам, али три увећано за један па онда удвостручено је осам. Сличну некомутативност пресликавања имају зависни квантни процеси и само они.

Еквивалент копирања вектора (унитарним) оператором је промена квантног стања. У Хајзенберговом зависном квантном развоју промена импулса па промена положаја даје другачији резултат од промене положаја па импулса. Разлика две композиције одговара кванту дејства, сада кажемо кванту информације. Део тих тајни откриван је током 20. века.

Када радимо уопште са некомутативним операторима квантне физике тада говоримо о *принципу неодређености*. Разлика која би настала различитим редоследом активности два зависна процеса је нека *недељива* величина. То је опет у складу са коначном дељивошћу сваког својства информације, а оно са законом одржања информације, насупрот бесконачнм скуповима који могу бити своји прави делови.

Ради се о дубљим узроцима квантовања информације и дејства. Зато су и сви правни прописи, правила нормалних игара, закони друштвених и природних наука као и математике увек дискретни скупови. Тим ставом смо већ у мом додатку квантној теорији.

Инсистирамо ли на томе да је дејство производ импулса и дужине (енергије и времена), да информација преноси дејство, а да је она основни и једини састојак простора, времена и материје, онда тврдимо да се сваки пар некомутативних физичких оператора може свести на врсту пресликавања положаја и импулса. Евентуално да је појам „информације“ сложенији него што се на први поглед чини или да сам негде у овим генерализацијама претерао.

Свеједно, стања и процеси увек су неке „честице“, јер су и оператори вектори дуални стањима на која делују. Доследно главној горњој тези, само оне честице које могу комуницирати делују једне на друге, а паровима таквих придружујемо некомутативне операторе. Првој онда припада простор, другој супстанца, што грубо речено значи да их репрезентују неке врсте оператора „положаја“ и „импулса“, свака на свој начин.

Чудно је, али то се слаже са у физици познатом поделом *елементарних честица* на бозоне и фермионе. Прве су толерантне попут фотона, исте могу заузимати иста стања. Друге су нетолерантне као електрони за које важи *Паулијев принцип искључења*: два иста фермиона не могу бити у истом квантном стању.

Овде бозони не комуницирају са бозонима непосредно нити фермиони са фермионима, што би требало проверавати заједно са предвиђањем да само неки бозони комуницирају са неким фермионима. Да неки бозони (рецимо фотони) граде поља сила на која су осетљиви одговарајући фермиони (електрони, протони) познато је.

Овако једноставна подела елементарних честица према деловању, на бозоне и фермионе, обзиром на различитости и многострукости које су у природи саме информације, говори нам да би они требали бити пакети, евентуално тако апстрактних делова да их није могуће физички распаковати.

Други правац развоја принципа неодређености могао би ићи ка информацији перцепције. На пример, способности слободе тумачене просторношћу, а ограничења импулсима. Таласну дужину већ сматрамо неодређеношћу положаја а само корак одатле је информација.

Што је неодређеност положаја мања, вероватније је налажење честице на датом месту, а онда је мања информација места. Тако Хајзенбергове релације неодређености говоре о информацији перцепције, а затим и дуално о множењу расподела.

3.4 Потенцијална енергија

Потенцијална енергија је она коју објекат има својим положајем у односу на неки други објекат. Да бисмо подигли предмет на ормар улажемо неку енегију, али је добијамо назад пуштајући тело да пада.

Дижући предмет вршимо рад и зато говоримо о ускладиштеној енергији. Како год, промена енергије трајањем је дејство, физичко дејство које сада тумачимо као информацију. Дакле, причамо о потенцијалу физичке информације.

Два одвојена магнета када се привлаче могу вршити рад. Слично гравитацији, привлачење производи наводно ускладиштену енергију, а заправо дефицитарну потенцијалну која се у складу са законом одржања и принципа најмањег дејства смењује неком другом. Мањак потенцијалне енергије је привлачан, вишак је одбојан.

Према *Куковом*[96] закону (1676) сила опруге сразмерна је истезању (сабијању) из чега следи да се потенцијална енергија тела закаченог на опругу увећава са квадратом удаљености од нултог, равнотежног положаја. Када се опруга отпусти вишак те енергије се „топи“ и допуњава кинетичком енергијом тако да укупна енергија опруге остаје иста.

Кинетичка енергија, иначе пропорционална половини масе тела и квадрату брзине, расте до равнотежног положаја опруге где сва почетна потенцијална енергија постаје кинетичка. Због инерције, истезање (сабијање) опруге наставља се у сабијање (истезање), а брзина тела успорава до крајње тачке у којој се оно зауставља када сва кинетичка енергија пређе у потенцијалну. Идеална опруга (без трења) идеалан је *хармонијски осцилатор* са периодичним смењивањем енергија које нам, слично периодама ротације планета око Сунца, казује још понешто.

Гравитациони потенцијал тачке обично се дефинише као рад потребан да се јединица масе из бесконачности доведе до дате тачке. Додајем, тело тежи стању мање информације, а убрзава да би задржало дејство. Маса у гравитационом пољу слободно пада, она је за себе у бестежинском стању, али и за друге њена укупна енергија, кинетичка и потенцијална, остаје константна.

[96] Robert Hooke (1635-1703), енглески научник.

Кеплеров[97] други закон (1609) каже да дуж која спаја Сунце и планету пребрише у једнаким временима једнаке површине. Постоји векторски доказ да је то својство сваке константне силе датог извора чији би носиоци (бозони) могли трајати попут фотона или гравитона. Са друге стране, помоћу алгебре комутатора[98] може се доказати да је та површина једнака константном дејству набоја на његовом путу кроз поље силе.

Укратко, замислимо праву линију и тачку ван ње на датој удаљености. Та је тачка извор (нулте) силе, а одсечак дате праве је део путање небеског тела (набоја) током неког интервала времена. Одсечак и извор формирају троугао површине која не зависи од места одсечка на датој правој. Површину затим дефинишемо аналитички.

Троугао је у равни са две координатне осе. Разлику наизменичних производа, прве координате првог темена троугла са другом другог и прве координате другог са првом првог, назовимо *комутатором* пара тачака. Три су таква (оријентисана) пара тачака троугла и три комутатора, а њихов (полу)збир је површина троугла. Уопште, збир комутатора узастопних парова тачака изломљене линије у равни једнак је (полу)површини унутрашњости коју линија ограђује. То је нова ствар (моја) у аналитичкој геометрији, али лако се проверава.

Када је једно теме троугла исходиште система координата, онда је његова двострука површина једнака комутатору преосталог пара темена. Према томе, комутатор је површина!

Ова се лако преписује на векторе и на њихове операторе (векторе дуалне првима), када излази да је комутатор вредност производа Хајзенбергових чувених релација, производ неодређености положаја и импулса, односно енергије и времена. Он је најмање реда величине Планкове константе, кванта дејства, па је комутатор тада и најмања физичка информација.

Тешко је ове формуле препричати, али могу покушати. Константна „Кеплерова површина“ еквивалент је информацији, а она дејству. Све три су дводимензионалне. Оне су пропорционалне површинама концентричних (виртуелних) сфера бозона којима извор силе говори свету о себи, а из односа поменутих површина следи закон кретања.

Тело се кроз *поље силе* креће попут мрава преко препрека. Они се не троше пробијајући површ, него на свој начин следе најкраће путеве, сада кажемо трајекторије најмањег дејства, тј. најмање комуникације. Тако и ми идемо преко брда када нема тунела кроз брдо.

Разне су последице новог гледишта. На пример, *геодезијске линије* нееуклидске геометрије и опште теорије релативности изводљиве су из принципа најмањег дејства физике. Идеја о *тамној материји* настала због неслагања теорија гравитације и распореда маса у галаксијама не може се корговати простим „поправљањем“ гравитације. *Њутнова*[99] формула не следи из Кеплеровог другог закона, него из *трећег*: квадрати опходних времена планета пропорционални су кубовима њихових средњих удаљености од Сунца. А то су већ три или четири примера.

---

[97] Johannes Kepler (1571-1630), немачки математичар и астроном.
[98] R.V. Potential information (https://www.academia.edu/41986473/)
[99] Isaac Newton (1643-1727), енглески математичар.

Постоје импликације горњег открића и на друштвене појаве. Тежећи да се ослободимо вишка неизвесности, информације која нас иритира непознатим, предајемо своју слободну вољу разним ауторитететима. Подређујући се појединцима, групама, правној држави, ми гравитирамо реду, сигурности, или ефикасности. Избегавајући непријатне опције, лични губитак одлучивања надопуњава се (не увек пријатним) дејством организације којој се предајемо.

3.5 Квантна стања и процеси

Квантну механику покренуло је *Хајзенбергово* откриће релација неодређености.

Претходили су му успеси *Планковог* квантовања енергије у објашњењу зрачења тамног тела и *Ајнштајнов*[100] фотоелектрични ефекат, *Де Бројево*[101] тумачење честица таласима, *Шредингерова*[102] једначина, а на то све је дошло и откриће тог света као репрезентације апстрактних векторских простора. Квантна физика је искорак даље у остале феномене микро-космоса.

Вектор је *стање*, а операција која га мења је *процес*. Међутим и процеси су вектори, па рачун кванта постаје интригантнији. Склони смо замишљати честице просторно како се померају временом, раздвајајући њихову статику од динамике и понекад приметити да њихови распореди и њихове промене знају следити сличне обрасце, али томе можда никада не бисмо дали већи значај да није алгебре квантне механике.

Електрична фаза *фотона* (честица светлости, електромагнетног таласа) периодично се замењује магнетном. Електрицитет и магнетизам наизменично индукују једно друго и у стојећим таласима *електрона* у љускама атома. Такође полуцели позитивни *спин* (унутрашњи магнетни моменат) слободног електрона трансформише се у полуцели негативни емисијом и интеракцијом (виртуелног) фотона јединичног спина са другим електроном (+½ - 1 → -½) да би се затим негативна половина трансформисала у позитивну следећом интеракцијом (-½ + 1 → +½) сада виртуелног фотона супротног јединичног спина. Овај периодични временски распоред догађаја одговара таласној структури електрона.

Стања остају периодична због периодичних процеса и обрнуто. Деловање процеса на стање видимо и у одржавању импулса, *инертности* тела у кретању. Онако како се дејство преноси кроз простор временом, оно се тако преноси кроз време простором. Тело је тамо где је, јер му је то био највероватнији положај, а онда и непосредно ту ће бити због инерције вероватноће[103]. Вероватнији догађаји мање су информативни, мањег дејства и отуда инертност.

Елементарне честице физике су у неким својим променљивим стањима, али оне многе обрни-окрени остају оно што су биле. Промене којима се подвргавају ограничене су у циљевима, потребом да електрон остане електрон, да важе закони одржања и слично, као да упадају само у такве неприлике које им у бити не нашкоде. За честице које бирају поново употребљиве процесе

[100] Albert Einstein (1879-1955), у Немачкој рођен теоријски физичар.
[101] Louis de Broglie (1892-1987), француски физичар.
[102] Erwin Schrödinger (1887-1964), аустријско-ирски физичар.
[103] За вероватноћу важи одговарајући закон одржања такође.

кажемо да се процеси према стањима понашају као стања према процесима. Слично се догађа у стапањима или распадањима честица када различита стања бирају различите процесе.

Дуализам линеарних оператора и вектора на које ти оператори делују гарантује нам да ће замене идеја простора и времена физике бити непротивречне. Зато ћемо наћи и да је овај универзум састављен од једнаког броја временских и просторних *димензија*. Места и трајања једнаки су концепти до изоморфизма, обострано једнозначног пресликавања одговарајућих појмова.

Квантна физика нам даље каже да постигнуће и развој нису само две еквиваленте појаве, него је свака и реципрочна (регуларна, инвертибилна) функција. Она принципијелно дозвољава обртање тока времена, заједно са променом смера пута и набоја. То као да није у складу са статистичком механиком и њеним неповратним разбијањем чаше због једносмерног спонтаног раста *ентропије*, односно са преласком топлоте на хладније тело. Парадокс разрешава шири поглед, са становишта минимализма информације. Колико је то ново становиште шире погледајмо сада на једном примеру економије.

Нека компанија има производњу артикла из три фабрике и доставу ка три продајна центра. Фабрике у јединици времена дају редом 300, 300 и 100 артикала које продају у центрима темпом 200, 200 и 300 комада. Трошкови доставе по јединици артикла из прве фабрике центрима редом су 4, 3, 8, друге фабрике 7, 5, 9, а треће 4, 5, 5. На компанији је питање дистрибуције уз минимални укупни трошак. То је типичан задатак тзв. *линеарног програмирања*.

Има више начина достава, чак и уз услов робе без остатка, али је ово пример са само једим минималним трошком. Прескачем решавање (симплекс метода) да прва фабрика првој и другој продавници треба слати по 200 и 100 комада робе, друга другој и трећој по 100 и 200, трећа само трећој 100. Ако вас ови бројеви не интересују, опет добро, јер поента и није ту.

Замишљамо да је веза између произвођача и потрошача квантни процес који стање робе у производњи преводи у стање робе у продаји. Услов минимизирања трошка одговара принципу информације и принципу најмањег дејства. Први зарађују као магационери или трговци, а други као организатори дистрибуције, први као представници стања, други процеса.

Инверзибилност (свих) квантних оператора значила би да за робу на продајном месту увек можемо тачно знати у којој је фабрици била произведена. Процесом „увек“ у „тачно“ стање. Вектори су оригинал (300,300,100) и копија (200,200,300). Када овакви парови вектора нису једнаки, квантна стања и процеси пре и након могу бити битно другачија. Свеједно, они су и тада фазе неког ширег квантног процеса, овде економије тржишта.

Када су оригинал и копија једнаки вектори, не долази до битне промене квантног стања (атом остаје атом исте врсте) супротно случајевима стапања или распадања честица. Ако не настаје другачији вектор, константа пропорционалности слике и оригинала изражава *обзерваблу* која траје, вероватноћу њеног опажања која је зато реалан број.

Компоненте вектора и коефицијенти у квантном рачуну су и комплексни бројеви. Када они нису реални бројеви тада се микро појаве не дају опажати. Оне се иначе нерадо изјашњавају, као што рекох, због начелног минимализма комуникације.

3.6 Селективност

Информатички поглед на свет шири је од филозофије *материјализма*. То је један део ове приче. Остатак су запажања да је и сама материја суптилнија од појмова каквом је доживљавамо и да нас наше перцепције само делимично обавештавају о околини.

Информација се испољава физичким *дејством*, а оно је производ импулса и пута или енергије и трајања. Због закона одржања оба су дискретна (коначно дељива) и опажања ње су нам увек коначна. Међутим, физичка реалност је део бесконачног апстрактног света истина и већ зато су информације селективне и разноврсне.

Када је један од два фактора дејства већи, други је мањи и, у граничном случају свепросторне информације постају безимпулсне, а свевременске су безенергетске, налик универзалним *теоремама* које као да не припадају материјалном свету. Сваки део тако грађене теорије тачан је и сагласан са сваком другим делом те или било које треће тачне теорије (геометрије, алгебре, вероватноће), иако оне могу бити распарчане у безбројне међусобно независне *аксиоме* (Геделова теорема немогућности), селективне и многоструке.

Више супстанцијалне истине мање су апсолутне, на разне начине. Знамо да се *свемир* шири и да су нам границе његовог видљивог дела све даље. Тај феномен у „теорији информације“ (мојој) „може“ настати акумулацијом историје света. Простор памти, јер честица која путује дубинама космоса не гомила се, него простор расте а твари је све мање. Исто произлази из спонтаног раста ентропије супстанце, наглашавам само супстанце.

Када сиђемо на још мало ниже нивое дејства налазимо опет на мало другачије разноврсности и *селективности информације*. На пример, ми комуницирамо (интерагујемо), јер немамо све што нам треба нити све можемо имати, а онда и не комуницира свако са свачим.

Већа информација долази из веће неизвесности, па је неизвесност пропорционална енергији коју преноси и трајању. Отуда и дезинформација, као и све оно што повећава забуну, може бити енергично и офанзивно. Таква лаж постаје део тактике, средство или оружје у *играма на победу*. Али нису све игре игре на победу. Тактика добит-добит (good-good game) у трговини или тражење компромиса у политици примери су игри мирољубивих добрица.

Супротна мировњачким, била би тактика губитак-губитак (lose-lose game), у шаху гамбит (жртва фигуре за позицију) или у привређивању инвестирање. Скоро свака игра на победу побеђује игру добар-добар и од пресудне је важности заштита „добрица“ од „злоћа“, рецимо за стабилност економије.

Па, ако се о „нечему“ лаже, вероватно је у току неки рат доминација. Гости против домаћих имају „лоше намере“ и зато лажу. Домаћи пак наспрот своје публике, саучесници или самостални,

такође лажу, а када „утакмица“ почне, онда лажу и неки други навијајући за „своје“. А све то сведочи о много лица истине и њеној игри скривања.

Кроз уске прозоре чула видимо таман колико нам треба. Тај минимум комуникације за сопствени опстанак траже све биолошке врсте, а ови затим конвергирају око сличних услова, потреба и сукоба. Принципи информације и најмањег дејства говоре о таквом искључивању.

Шкртарењем се и стиче, а из вишкова физичких дејстава, па онда и са моћи бирања настају и жива бића. Вишка дејства, информације или слободе, када то може, природа се решава. Спонтано и селективно. Около је увек нека средина и ако бирамо, то су радије сигурност, неумарање и сврховитост, примарно због штедљивости акције, а секундарно можда због психологије. Сличним процесима смањивања опција, јединки и друштва, подлежу и конвергенције чула врста.

Нема информације без могућности и има је више што је избора више или што су мање вероватни. Са мањим шансама информације су веће, али су већи и отпори њеним емисијама. Тако су сужавање опажаја и раст животности супротне тежње, што нам говори о нашем незнању и важности оптимума. Верујемо да је свет једноставнији него што јесте због начела информације која заговарамо потребом за безбедношћу, ефикасношћу или умором, а са друге стране често погрешно верујемо да са више нечега добијамо више свега. То је такође селективност.

На још нижем нивоу, посебност пахуља снега, листова дрвећа и свих живих бића уопште, сведоче колико се природа опире напуштању својих мешавина. *Закон одржања* (количине) информације појачава ту сметњу, он додатно отежава смањивање броја опција, сливање свих облика живота у једну врсту, једно друштво, под једну заставу.

У свету још мањих величина, шведски физичар Јоханес *Ридберг* (1888) открио је формулу за предвиђање таласне дужине фотона емитованог променом енергетског нивоа електрона у *атому* помоћу главног *квантног броја* (n). То је природан број и један од четири квантна броја које има сваки електрон у атому. Растући редом он означава више бројеве љуски које су попут концентричних сфера све даље од језгра, које све слабије везују електрон за језгро, што нам поред осталог сада открива и нове врсте селективности информација унутар атома.

Информација се храни изборима, али она ту храну нерадо конзумира. Материјалистичкој *филозофији* та изворна разноврсност није неопходна и она је превиђа, универзум јој је превелик, збуњујуће су јој потребе и обим интеракција. Комуникације као и жива бића материјалистичкој филозофији дођу приде вишак, а простор, време и материја неповезани су јој појмови. Међутим, сви су они ткиво информација и следе њене исте принципе.

Темељ нове филозофије најмање су честице. Као аутентични представници физичке информације, њене непредвидљивости, оне су такође неодређене тако да их није могуће тачно спознати.

3.7 Дуализам лажи

Наука прећутно дели реалност на свет истина и свет *лажи*. Први од тих светова божански је, други је ђаволски, рекли би неки, а питање је хоћемо ли икада моћи „нечастивог“ ухватити за рогове. То је тема ове приче. Прво погледајмо један пример мојих колега из Ваљева.

Грађани града А увек говоре истину, грађани града Б увек лажу, а сваки грађанин из града Ц наизменично говори истину и лаж. Дежурни ватрогасац је телефоном примио поруку из једног од ових градова: „Код нас је пожар!“ јавио је један грађанин. „Где?“‘ – питао је дежурни ватрогасац. „У граду Ц“ – одговорио је исти грађанин. У који град треба отићи ватрогасна екипа?

Поменути грађанин није могао бити из града А, јер они стално говоре истину, а две изјаве које је примио ватрогасац не могу обе бити тачне. Он је могао бити из града Б, грађана који само лажу, јер је могао слагати „Код нас је био пожар!“ и затим опет слагати да је он „У граду Ц“, јер пожар је могао бити у А! Грађанин Ц који би наизменично говорио истину и лаж није тим редоследом могао рећи прву па другу изјаву. Такође, није могуће да је прва изјава била лаж (онда пожар није у Ц), а друга истина (пожар је у Ц). Према томе, ватрогасна екипа треба отићи у град А.

Поука овог „задачића“ је да би и свет лажи могао на неки начин бити доследан слично свету истина. Анти-логику тог света појаснићу путем алгебре ирског математичара Џорџа *Була*[104] (1854) у којој су једине вредности промењљивих *тачно* и *нетачно*. У применама их представљамо цифрама 1 и 0 или стањем „има струје“ и „нема струје“ у компјутерским процесорима.

У Буловој алгебри се свака формула може написати помоћу три операције: *негације*, *дисјункције* и *конјункције*. Прва преводи вредност „тачно“ у „нетачно“ и обрнуто. Друга и трећа укључују по два исказа; дисјункција им даје вредност „нетачно“ само ако су оба нетачна, а конјункција резултира са „тачно“ само за оба тачна. Преводећи ове у струјне прекидаче могуће је симулирати разне логичке процесе.

Са друге стране, постоји симетрија ове логике. Свака истина као „одраз у огледалу“ има неку неистину и обрнуто, тако да је свет лажи тачно једнако доследан као и свет истина, на свој уврнути анти-начин. На пример, конјункција „А и не-А“ увек је нетачна, она је *контрадикција* и у свету лажи она је врховна вредност. Пресликамо ли је у наводном огледалу испада дисјункција „не-А или А“ која је *таутологија*, исказ увек тачан, врховна вредност света истина.

Дакле, могуће је у самом свету лажи тражити тоталне неистине и затим их извртањем (тачно у нетачно и обрнуто) претварати у тоталне истине. Али авај, као што је тешко разумети супстанцу без простора, тешко је налазити истине без лажи или лажи без истина. А то је трећи део ове приче и он се највише тиче „теорије информације“.

Математика је чудо. Није први пут речено да она хода корацима у које нико неће посумњати да би стизала до тврђења у која нико неће поверовати. Тако открисмо да нас и лажи информишу. Оно што бисмо могли доказати да се не може десити – не дешава се. Зато „догађаје“ сматрамо

[104] George Boole (1815-1864), енглеско-ирски математичар.

истинама (информације су еквиваленти дејству, а дејства дешавању). Супротни би били „не-догађаји“ (ако постоје) од којих није могуће добити било какву информацију и који су прави еквиваленти неистина. Међутим, такви не могу постојати, барем не у свету у којем је сваки део простора, времена и материје нека информација.

Другим речима, *васиона* у којој живимо садржи само илузију неистина. Она се поиграва са нама, јер истина воли да се крије иако не може да се сакрије. Неизвесности које чине ткиво информације неизбежне су, а природа као да их не воли. То извире из начела информације (које заговарам), њеног минимализма и принципа најмањег дејства (овај други је познат физици).

Природа нема могућност класичног лагања, али има невероватно велике способности игнорисања и скривања. Међу нама најпознатијим су неизјашњавање и смањивање шанси реализације. На скали вероватноћа од нуле (немогућ догађај) до јединице (сигуран догађај), они збијенији догађаји веће информације мање су вероватни и ређе се догађају, они разуђени чешћи су.

Гранични, најгушћи били би немогући догађаји, теоријске неистине, а најређе биле би теоријске истине. Оно што виђамо врло вероватно је негде између. Због принципа информације природа скоро никада не ставља све своје једноставне истине на сто, тако да ће свако ко је превише информисан постати дезинформисан. Природа не дозвољава нити саме лажи, она презасићује и раскринкава и ону другу крајност – стање „сасвим неинформисан“.

Ако су мање шансе догађају да се деси, он је информативнији и више нас „погађа“. На другом крају вероватноћа су догађаји са великом каузалношћу, апстрактни, извесни, слабо информативне вести и мање материјалне. Оне делују на нас једва, а ми на њих никако. Оно што има математичку тачност толико је интелектуално и суптилно као да не припада овом свету, супротност је ономе што би имало крајњу нетачност, што би било претерано силовито информативно, брутално и разорно.

Принцип информације тако иницира принцип дезинформације да једнако како материјални свет не може без макар каквих случајних догађаја и према томе макар неких информација, он не може нити без макар некаквих дезинформација. Одупирући се вишку „истина“ природа има симетричне разлоге да се одупире и вишку „неистина“. Ако много лажете, мало ко ће вам веровати, а ако причате само *истине*, тешко ће вас разумети.

3.8 Гибсов парадокс

Као што политичари и историчари редовно помало запостављају значај проналазача у развоју цивилизација, а локални мајстори и инжењери занемарују научна открића, ми сви заједно потцењујемо утицај математике.

Тако су и западне друштвене промене пре два века, због јачања либерализма и индустријске револуције, имале свој дубљи узрок у открићима вероватноће, информације и квантне механике. Познат као француски револуционар, Лазар Карно (1753-1823) био је математичар и један од првих који је (апстрактно) истраживао користан рад гасова.

Његов син Сади описао је (1824) кружни процес идеалне топлотне машине која ради на разлици температура водене паре, загрејаног ваздуха или неке треће супстанце. Немачки математичар Рудолф *Клазузијус* (1822–1888) дао је томе још прецизнију форму (1850) и употребио једну касније чувену скраћеницу, количник топлоте и температуре, коју је он назвао *ентропијом*.

Након две деценије амерички научник и математичар Џосаја Вилард *Гибс* (1839-1903) открио је статистичку механику. Он је открио и „информацију“ коју је затим разрадио *Шенон*[105] (1948). Гибс се као и многи научници од Клаузијуса до данас мучио да ентропији да неки физички смисао и у томе је био један од успешнијих.

Приметио је (или је био близу) да ентропија расте разбијањем стакла и расипањем срче, због чега је и данас називамо „количином нереда“, те да слабљење енергетских веза стакла том приликом говори о губитку енергије и информације.

Ово се догађало у сенци *Наполеонових*[106] ратова, борби многих народа за независност, опадања *Османског*[107] царства, *Меиџи*[108] обнове у Јапану, колонизације Африке. Крајем 19. века аустријски физичар Лудвиг *Болцман* (1844-1906) је разрадио статистичку механику на титрајима честица, атома чије комешање даје топлоту и температуру, али он није доживео победу својих идеја које су заживеле тек након *Ајнштајновог* објашњења Брауновог кретања (1905).

Опадање температуре гаса ширењем посуде мучило је и Гибса када је (1875) смислио ситуацију свог чувеног *парадокса ентропије*. Његов мисаони експеримент открива проблем мешања честица гаса које сматрамо различитим у ситуацији где оне то више нису. Разрешење парадокса је (тада апсурдно) третирање честица истог гаса неразличивим, таквима да се при пермутацији (замени места) две честице стање система не мења.

Зашто је „парадоксално“ сматрати једнаким неке делове супстанце, шта то значи „једнакост честица“ и колико далеко са изједначавањем можемо ићи? Тешко је те дилеме данас разумети, али покушаћу објаснити њихову ондашњу тежину на примеру бацања пара истих *новчића*. Сваки од два новчића има две стране, писмо и главу, па исход бацања има четири могућности: ПП, ПГ, ГП, ГГ. Временом, након много понављања, исход ПП је око четвртине свих бацања, па бројећи их сазнајемо и то да смо заиста имали четири равноправне поменуте могућности.

Применимо ово на честице две врсте идеалних гасова одвојене преградом унутар неке изоловане посуде. Нека су то два дела једнаких запремина, притисака и температура. Када уклонимо преграду гасови се мешају и шире по целој посуди, за сваког у двоструко већу запремину. Укупна ентропија је већа, што ће показати како рачун (овде изостављен) тако и чињеница да враћање преграде не раздваја гасове назад, да је то неповратан процес.

[105] Claude Shannon (1916-2001), амерички математичар.
[106] Napoleone Buonaparte (1769-1821), француски војни лидер, израстао из Револуције.
[107] Османлијско царство, од 1299. до 1923. године.
[108] Меиџи револуција, реформа у Јапану од 1868. до 1889. године.

Замислимо затим да се у два дела посуде налази исти гас. Уклањањем преграде нема мешања „два гаса“ и ширења у двостуко већу запремину, а враћањем преграде стање постаје почетно. Процес је повратан и примена исте аргументације доводи рачун у контрадицију.

Ствар је у томе да ентропија не примећује замену места „истих“ честица, да такве постоје, те да је за промену енергије и информације посуде тада важан број комбинација а не варијација.

Према томе, ентропија тада није екстензивна величина (пропорционална количини супстанце), па ако она зависи од могућих распореда честица али не и од редоследа истих, онда ће делење факторијелом броја подела честица (множење фактором 1/N!) у израчунавању ентропије поправити рачун, а то се заиста и десило.

Решење *Гибсовог парадокса* указује на суптилност ситуација: прве честице у стању А и друге у стању Б и прве честица у стању Б и друге у А. Квантна стања су вектори, композиције су тензорски производи, па је збир (АБ+БА) *симетрично стање*, а разлика (АБ-БА) *антисиметрично*. Симетричне елементарне честице називамо *бозонима*, антисиметричне *фермионима*.

Експерименти показују да постоје само поменуте две врсте елементарних честица, без других бројева осим плус и минус један између парова стања. До истог се долази и теоријски.

На пример, заменом две честице стање бозона се не мења, а стању фермиона мења се предзнак. Два пута ова замена враћа почетно стање, постаје јединични (неутралан) оператор, тј. *унитаран*, какви су сви оператори квантне механике. Они су такви да не би мењали (јединичну) норму суперпозиције квантних стања. Сопствене вредности (сваког од) ових оператора само су плус или минус један, па у ни у сложенијем систему нема мешања бозона са фермионима, јер би суперпозиција дала трећу вредност.

Оператор енергије (хамилтонијан) симетричан је, па су потенцијалне и кинетичке енергије тела у пољима бозонског типа, а према томе оно на шта поље делује је фермионског. Фотони и гравитони су бозони, електрони и протони су фермиони. Ако би стање фермиона садржало две исте честице било би нула (због одузимања), а то се не може нормирати (бити јединичног интензитета) и не може представљати суперпозицију, па отуда оно нема физички смисао.

Зато два фермиона не могу бити у истом квантном стању као што каже *Паулијев принцип искључења*, иначе успешан у објашњењу *Мендељејеве*}[109] таблице хемијских елемената.

Тешко је схватити колико је открића хемијске индустрије, енергетике, телекомуникација у последицама ове кратке приче, док се не осврнемо на начин живота људи у 18. веку. Чак ни краљеви нису оно што су некада били, а све то преокреће егзактна мисао.

3.9 Хамилтонијан

Информација се испољава физичким дејством, производом енергије и трајања, а енергија има два главна облика, кинетичку и потенцијалну.

[109] Дмитриј Иванович Мендељејев (1834-1907), руски хемичар.

Збир те две је енергија тела у кретању, функција коју називамо *хамилтонијан* по ирском математичару Хамилтону (1833) који је почео изградњу физике на закону одржања енергије.

Сателит који у гравитацији слободно пада бржи је у јачем пољу због промена потенцијалне енергије која се допуњава енергијом кретања. Збир те две енергије константан је, све док на сателит не делује нека друга сила попут ракетног мотора, одбацивања терета, судара или трења са ваздухом. Слично се догађа наелектрисаним честицама у електромагнетном пољу, али и са осталим силама.

Стања и процеси квантне механике репрезентације су нормираних (јединичних) вектора и оператора апстрактних *Хилбертових*[110] простора међу којима је хамилтонијан један од најважнијих. Он је збир оператора кинетичке и потенцијалне енергије а они су функције оператора импулса и положаја. Деловања ових током времена „реалност“ су за даља тестирања.

Из класичне механике знамо да ће се свака промена укупне енергије при промени импулса одразити неком променом положаја током времена. То каже прва од две чувене једначине хамилтонијана. Друга каже да свака акција која мења (укупну) енергију тела мењањем његовог положаја резултира реакцијом која мења импулс временом. Те две једначине дефинишу хамилтонијан и обрнуто, закон одржања енергије даје те једначине.

Разрада поменутих једначина води нас у невероватан свет теоријске физике. На првом кораку је *Шредингерова једначина* која је, једноставно речено, једнакост промене таласне функције временом и деловања хамилтонијана. Да је сва материја у таласима верујемо јер су познате материјалне појаве квантне физике решења те једначине, а оне које нису решења не успевамо доказати експериментима.

Комутатор два оператора А и Б је разлика њихових узастопних деловања АБ – БА. Она је нула када су процеси А и Б независни, што према реченим једначинама хамилтонијана не важи за импулс и положај, нити за енергију и време. Тада ови комутатори нису нуле него су реда величине кванта дејства, а њихове једначине постају *Хајзенбергове релације неодређености*. Физика је математички веома увезана, чак и када говори о неодређености због одређености. Зато је *квантна спрегнутост* тако збуњујућа а *Белова*[111] теорема (1964) несхватљива многима.

Ова теорема доказује контрадикцију идеје о скривеним параметрима којима би се наводно могло избећи „фантомско деловање на даљину“ (Ајнштајн) у квантној механици. Проблем са њом је контрадикција саме насумичности као и саме доследности, где се каже да без неизвесности нема извесности, без каузалности нема случајности! А то је тешко за сварити.

Чуда хамилтонијана су прича без краја.

Ако је у поменутом комутатору А произвољна функција, а Б је хамилтонијан, онда је комутатор једнак промени функције А временом. Дакле, нема промене функције ако су она и хамилтонијан

[110] David Hilbert (1862-1943), немачки математичар.
[111] John Stewart Bell (1928-1990), ирски физичар.

независне појаве. Другим речима, свака промена тиче се енергије и времена. Производ енергије и времена је дејство, а оно је еквивалент физичке информације, па је информација сама суштина природе ствари.

Из претходног се (алгебарски) лако доказује да комутатор два импулса, или два положаја (различитих честица, места, тренутака) ишчезава. Дочим, комутатор импулса и положаја (исте честице) различит је од нуле. Те релације комутатора називају се канонским и о њима у најопштијем облику говори Стоун-Нојманова теорема[112] (1931). Интерпретирамо је тако да узајамно зависне појаве (формално) сводимо на „положај“ и „импулс“.

Остаје питање разумевање појма „положај“ помоћу „честице“, јер простор, време и материја само су информације (хипотеза које се држим), а сваки облик информације је коначно дељив, корпускуларан. Решење тог проблема одавно постоји у физици (Фоков простор, 1932) и стоји несхваћено до „теорије информације“. А то је, надам се, нека следећа тема.

3.10 Белова неједнакост

Када бисмо неку појаву погрешно разумели у експериментима би нам се могло чинити да нас природа вара, а преварант би се раскринкао учинивши тачан алгебарски израз нетачним.

То је поента методе контрадикције у раду Џона Бела од 1964. године којом је он оспорио идеју „скривених параметара“ након открића квантне спрегнутости. Ти хипотетички параметри и „непотпуност квантне механике“ били су покушај објашњења Ајнштајн-Подолски-Розеновог *парадокса* (1935) ради избегавања „фантомског деловања на даљину“.

Белова теорема и његова даља истраживања доказали су такве покушаје „спасавања“ квантне механике логички немогућим. Она је можда још значајнија за теорију информације, јер подржава њену основну поставку – да случајност постоји.

Трудио сам се и нисам је могао схватити – уобичајене су изјаве студената теоријске физике. Белова теорема једноставно је претешка за разумети, али ако ју је уопште могуће објашњавати лаицима, онда помаже и пример америчког професора Давида Харисона из 1982. године.

Имамо три различита својства А, Б и Ц. Број објеката са својством А али не и са својством Б плус број објеката са својством Б али не и својством Ц већи је или једнак броју објеката који имају својство А али не и Ц. То је алгебарски тачан исказ, проверите! Збир бројева, број(А, не Б) + број(Б, не Ц) већи је или једнак броју(А, не Ц).

Ову релацију називамо *Белова неједнакост*. Тестирајмо је у некој (замишљеној) просторији са различитим особама. Нека својство А значи „мушкарац“, својство Б „висине 175 или више“ у центиметрима, својство Ц „има плаве очи“. Тада поменута неједнакост каже да је број мушкараца нижих од 175 плус број особа (мушких или женских) виших од 175 али који немају плаве очи једнак је или већи од броја мушкараца који немају плаве очи.

[112] https://en.wikipedia.org/wiki/Stone–von_Neumann_theorem

Колика год да је просторија, са колико хоћемо и каквих било особа, горња алгебарска неједнакост увек је тачна, она је неспорна. Управо зато, ако бројећи особе у просторији нађемо да је она нетачна, закључићемо да је било варања, рецимо неки су улазили или излазили из просторије док смо их бројали.

Поменута релација није узета непромишљено, она је типична завршница израчунавања квантног спрезања и слична је другим Беловим неједнакостима. Свака од њих руши идеју претпостављених скривених параметара АПР парадокса – уведену ради избегавања „фантомског деловања на даљину“. Мерење које би оспорило Белову неједнакост казало би нам да нас природа вара или да се ми варамо у разумевању природе.

На пример, наведена неједнакост се примењује на зраку испаљених честица (фотона, електрона). Спин је мерљив вектор (поларизацијом или магнетима). Нека је А оријентације спина „горе“ (север), Б оријентације „горе-десно“ (север-исток), Ц оријентација „десно“ (исток). Тада Белова неједнакост каже: број електрона са спином „горе“ али не „горе-десно“ плус број са спином „горе-десно“ али не „десно“ већи је или једнак броју електрона спина „горе“ али не „десно“.

Међутим, мерењем спина „горе“ а затим „горе-десно“ настаје парадокс. Од свих електрона који прођу први филтер, 85 одсто њих прође други, а не 50 одсто – што би могли очекивати од просте расподеле (оријентација смера случајних вектора, спина, на класичан начин).

Експеримент показује да је само 15 одсто електрона спина „горе“ са спином „горе-десно“, што квари рачун у Беловој неједнакости. У примеру са бројањем особа у просторији аналогија је да одређивањем пола мењамо висину особе.

Заправо, када се не би десио овај поремећај (очекиване) вероватноће то би значило да смо победили Хајзенбергове *релације неодређености*. Било би да је неодређеност у квантном свету привидна, да она долази из нашег непознавања свих узрока и да има параметара које само треба урачунати и ето свеопште каузалне стварности. Супротно томе у природи су неке случајности објективне и не могу се надоместити триковима.

Са становишта теорије *информације перцепције*, додајем, када од спрегнутог квантног система добијемо неку информацију одузимамо му део неодређености и утолико га одредимо. Он се синхронизује, јер важе и други закони (информације) који говоре о извесности, неслучајности, а начин тог „чудног“ усклађивања потврда је информатичке природе физичког света.

Чињеница да се синхронизације (простора, времена и материје) могу дешавати тренутно и без обзира на удаљеност делова спрегнутог система, па евентуално и деловањем садашњости на прошлост, тачније речено зато што нас то збуњује, говори нам да природа није баш оно што мислимо да је. Са друге стране, зависне случајне догађаје можемо посматрати као занимљива „дејства“ настала дефицитом дејства.

3.11 Паулијев принцип

Аустријско-швајцарско-амерички физичар Волфганг *Паули*[113] формулисао је 1925. принцип искључења квантне механике због којег је на предлог Ајнштајна 1945. године добио Нобелову награду за физику.

Тај принцип као алатка хемије за изградњу *Периодног система* елемената добро је познат у свом тривијалном облику: у истом атому не могу бити два идентична електрона. Прави је изазов објаснити га тачније, популарно а да то не буде банално.

Квантна механика је репрезентација *Хилбертове алгебре*. Мерљиве величине (обзервабле) су координатне осе, честице (квантна стања) су вектори (расподеле вероватноћа), а пројекције вектора на координатне осе дају шансе мерења. У апстрактној алгебри тачка је вектор као и „скуп честица“. Таласне функције такође су вектори, а векторски простор чине решења таласне једначине. Због таквих налаза математике „врти се у глави“ и њена поента зачас побегне.

Знамо да у стварности два различита тела не могу бити на истом месту у исто време. Аналогно томе када бацимо два новчића, сваки са пола-пола шанси за писмо или главу, добијамо четири равноправна исхода: пп, пг, гп, гг. То значи да увек постоје „први“‘ и „други“ новчић, јер би иначе пг и гп били исти исход, па би пп, као и гг, били око трећине исхода у више бацања.

Апстрахујући овај концепт посматрамо две „честице“ и два „стања“. Тако АБ значи „прва честица је у стању А, а друга у стању Б“, а БА значи „прва честица је у стању Б, а друга у А“. Затим долази тежи део. Када кажемо „две јабуке плус три јабуке су пет јабука“, а да при томе не разматрамо појам „јабуке“, тек онда смо на терену математике.

Покушајте сада ово апстраховати или се бар мало померити ка домену „неких“ величина не марећи каквих. Стања (честице) нека су „вектори“. Њихови производи су „тензори“, композиције вектора и не размишљајте превише о томе шта би те „величине“ могле бити. Тела која не могу заузимати исти простор не трпе се међусобно, а њихова негација су трпељиви ентитети.

Збир АБ+БА била би једна трпељива ситуација, јер истовремено имамо прву честицу у стању А (другу у Б) са првом честицом у Б (другом у А). Таква је на пример енергија. Она се може додавати једна на другу, кинетичка на потенцијалну, без проблема. Такав је и простор, такве су и могућности пре исхода случајног догађаја. Тај збир је симетричне форме, јер заменом честица у стањима она остаје иста.

Шта би онда била негација ове негације? То је, рекли смо, нетрпељива ситуација, али долазећи сада из њене негације видимо да исту морамо тако формирати да она не може имати физички смисао када би прва честица била исто што и друга. Да скратим, негација трпељивости може бити само разлика АБ-БА и ништа друго, а ево због чега.

Физички реални могу бити само такви вектори који се могу нормирати (имају јединични интензитет), што се увек може постићи делећи вектор његовим интензитетом – осим са нула

[113] Wolfgang Pauli (1900-1958), аустријски теоријски физичар.

вектором. Само нормиран вектор може представљати расподелу вероватноћа, односно суперпозицију квантних стања, а само онај који се не може нормирати може изражавати оно што нам сада треба. Такав је АБ-БА, јер би сматрајући дате две истом честицом добили нулу.

Према томе, како негацијом нетолеранције добијамо толеранцију, тако супротност ситуације АБ+БА постаје АБ-БА. Прва стања (збир) су симетрична, за друга (разлика) кажемо да су антисиметрична, прва називамо *бозонима*, друга *фермионима*. Прва имају назив према Бозе-Ајнштајновој статистици, према првом од наведених аутора који је несрећно страдао у време открића, а друга према Ферми-Дираковој статистици. Бозонске расподеле вероватноћа не разликују појединост честица, а фермионске честице се разликују, без обзира да ли је те разлике лако примећивати.

Главно сте, надам се, разумели. Превише би било да даље објашњавам зашто бозони имају целобројан *спин* (унутрашњи магнетни момент), а фермиони увек половичан, јер већ из овога може се осетити део суптилности и генијалности Паулија и одушевљење Ајнштајна због чега га је предложио за Нобелову награду.

Суштина Паулијевог открића била је у антисиметричним таласним функцијама парова тачака (честица, квантних стања) и њихових пројекција на координатне осе када меримо смер. Антисиметрична функција заменом места аргумената (фермиона) мења предзнак, па када су два аргумента један те исти фермион, негативна и позитивна вредност функције биле би једнаке, што значи да је поменута функција нулта, нема је. То је Паулијев изворни принцип, да два фермиона исте врсте имају заједничку таласну функцију која је антисиметрична.

Другим речима, два фермиона исте врсте не могу бити у истом квантном стању симултано. Ово се пре свега односи на четири квантна броја *електрона* у *атому*: главни квантни број (n), азимутни квантни број (ℓ), магнетни квантни број (m) и спин (s). У истом атому, два електрона, два протона, или неутрона не могу имати сва четири квантна броја једнака, али протон и неутрон могу.

Ову идеју су даље развијали руски физичар Владимир *Фок*[114] и немачки математичар *Јордан*[115] у правцу који ће у (мојој) теорији информације постати нарочито интересантан. Са *Дираком*[116] (1927) они су поставили основе тзв. друге квантизације, формализма за опис квантних система много тела, са вишеструким тензорским производом вектора, симетричних или антисиметричних, аналогно Паулијевом. Али то је нека друга прича.

3.12 Глобализација

Једна од важних ставки коју је теорија информације до сада апсолвирала је *принцип најмањег дејства*.

Није погрешно употребити овај израз за информацију једнак оном чувеном у теоријској физици из којег изводимо данас све познате једначине кретања – од класичне физике, термодинамике,

[114] Владимир Александрович Фок (1898-1974), совјетски физичар.
[115] Pascual Jordan (1902-1980), немачки теоријски физичар.
[116] Paul Dirac (1902-1984), енглески теоријски физичар.

теорије релативности, до квантне механике. Физичка супстанца поседује ту лењост физичког дејства, а информација је еквивалент дејству.

Супстанца тежи неделовању и мањем изненађењу, па су основни закони физике једноставнији и односе се на једноставније структуре. Њихова информација (дејство) неће се тек тако одметнути, него се мора размењивати или ће се цела честица предати. Са друге стране, настојећи се решити вишка, материја се усложњава због једног механизма који ми је тек од недавно познат.

Квантно стање је пре свега једна или више честица. Формално га водимо као вектор чије компоненте дају вероватноће исхода или – физикалније речено – оно је *суперпозиција* могућности. Вероватније могућности чешће се реализују, али су мање информативне.

Спрега квантних стања је збир производа одговарајућих компоненти два вектора, *фиделити*, па и она узима вредности вероватноће (Шварцова неједнакост) и има њено својство да се спреге веће вредности чешће реализују. Зато што теже мањем дејству, мањој информацији, што значи већој вероватноћи – квантна стања се удружују!

Настају парадоксалне ситуације. Идући ка мањој акцији физичка твар се спонтано утапа у веће структуре. Она тако налази смирај и нову вредност. Попут растављене машине која неће радити, сложене молекуле имају својства на први поглед одсутна у атомима од којих се састоје и могу имати нови квалитет који би био потпуно необјашњив без теорије информације.

Сличне *синергије* (интеракције или сарадње две или више организација, супстанци или других агенаса за стварање комбинованог ефекта већег од збира њихових одвојених ефеката) постоје у све вишим нивоима удруживања све до живих бића, па и даље. Простији облици живота еволуирају у ћелије ткива сложенијих форми, ниже у више хијерархије. Стални импулс спрезању поменуто је начело минимализма, тежња физичке структуре да се реши својих вишкова информације (дејства) у условима када је сва околна супстанца попуњена. Тако еволуирају и цивилизације.

Гоњени нагонима произведеним вишковима информације јединке поред осталог теже сигурности и ефикасности. Одричући се личних слобода предајемо их фараонима, царевима, краљевима, лидерима, политичким партијама, све „бољим“ организацијама, несвесни најдубљег узрока општег потчињавања.

Вишак информације значи поседовање већег дејства, веће неизвесности и веће способности бирања. На већем нивоу сложености те структуре престају бити предмет изучавања физике, оне се више не крећу једноставним трајекторијама најмањег дејства, као што би се *светлост* одбијала од огледала прелазећи најкраћи пут између две тачке, или као што би се она преламала кроз средине различитих оптичких густина (брзина) стижући за најкраће време, него постају „непослушне“. Тада настају нагони, обичаји и законодавство.

Оно што сматрамо увођењем правила и реда заправо је жеља да се решимо вишкова дејства. То је корисно приметити за интензивније разумевање функције и еволуције друштва, да потреба за

друштвеном стегом долази од вишкова информације појединаца и жеље да се ти вишкови смање. Појединац се тада ослобађа непријатне неизвесности, потребе за смарајућим доношењем критичних одлука, ризика, али тако да наводно живот траје. Предност тада дајемо способнијем краљу него себичном фараону, уређеном Риму наспрам варварског преживљавања, спокоју који нуде цркве и феуди средњег века.

Једнакост генерише сукобе, па је она привлачна и као добра позиција за израз сопствених вишкова виталности, али и за лакше стварање нових хијерархија. Идеја равноправности кроз правну државу била је пун погодак у време Француске револуције са којим се њена монархија није могла носити.

Али визија (правног) система аутомата који сваког појединца надмашује у способности да нам свима донесе сигурност и ефикасност има колико дубоку толико на почетку невидљиву мањкавост. Она гуши „агресивност“ фаворизујући је. Подстичући равноправност *правни системи* стварају све веће потребе за правним регулацијама и не отварајући врата новим хијерархијама они копају себи гроб, а копају га и отварајући.

Комунизам је тако дошао до тачке када је постао само стега и није могао даље, а капитализам је изнедрио корпорације. Довео нас је у стање сазревања нове опсесије редом и радом, фирми и корпорација, које се за сада стидљиво препознаје као *глобализам*. Нови мото постаје „Политичари нису решење него узрок проблема!“, а када ти трендови оснаже и идеје допру, ствари ће се обрнути у супротност данашњим и народ ће хтети глобализам.

Историја сукоба идеје правне државе и недостојних монарха прети да се реплицира у сукоб идеје савршенства хијерархија фирми против мање ефикасних и застарелих метода политике. Почетно попуштање принципима права у монархијама личи на корумпираност и манипулације политичке елите данас. Међутим, глобализам ће такође морати нудити сигурност, што значи мир, благостање и равноправност, много тога што не може остварити због опет једне мањкавости, сада другачије врсте од претходне правне.

Корпорације су у суштини хијерархије чија сврха је међусобно сукобљавање. Оне не могу гајити искрену милост према својим поданицима, јер ће иначе саме пропадати. Храниће се потребама за новцем и њихово уређено друштво биће принуђено да еволуира ка идеаланом робовласничком систему. Тако ће нарастати вечите супротности између жеља и стварности, оне исте мрске које су заправо главна одлика живота.

3.13 Разноврсност

Суштина информације је непредвидљивост. Поновљена *вест* није више првобитна вест и у том смислу сам појам многострукости добија нова значења. До тада запостављан, концепт *разноврсности* у (мојој) теорији информације је фундаметалан, а са законом одржања посебно је занимљив.

Наизглед контрадикторни захтеви, да се овај свет састоји од вести и само од вести, да оне чим се појаве више нису оно што су биле, да је њихова количина (информација произвољног затвореног

система) константна представљају интересантна открића. Пре свега, отуда прошлост која се се стално гомила и расте на начин да никада није иста. Као све остало на овом свету и прошлост је врста информације, па је она онда и врста дејства.

Није могуће угасити вест тако да иза ње ништа не остаје. Као елементарна честица вест се састоји од опција у смењивању на начин којим чува количину дате неизвесности. Слично обиласку једне зграде, неког објекта, једног „нечега“ када видимо све мање једне фасаде да би утолико више видели друге, квант дејства је интегритет, најмањи пакет информације и елементарна честица којој тачнијим опажањем положаја импулс постаје нетачнији.

Информација нас на тај начин суптилно повезује са бесконачностима које су „нормална ствар“ у математици. У овој теорији информације бесконачности су градиво физичког дејства и њена филозофија у том смислу личи на Платонов свет идеја (али постоје и разлике).

На страну са филозофијом, у физици имамо исто, на пример код кретања воденог таласа. Шта се ту све креће? Честице воде иду горе-доле и једва да се померају лево и десно, а талас иде окомито, напред. Шта је ту супстанцијално, молекуларно у кретању таласа? Ако је све у васиони грађено од (делова) хемијске твари, онда је водени талас парадоксална појава. Е ту је једна од граница светова које повезује оваква теорија информације.

Тешко је такву теорију разумети, па и немогуће ако држимо да реалност чини само конкретна твар и ништа више. Ништа није бољи ни екстремни став да математику стварамо. Њу откривамо ако су њене истине псеудо-информације (делују једносмерно), а иначе смо у овом свету и узроци и последице.

Из претпоставке да је информација свеприсутна следи и идеја да треба проверити и могућности памћења простора. Оно би разрешило познати парадокс растуће ентропије супстанце са једне стране и рецимо реверзибилних оператора (еволуција) квантне механике.

Разбијањем чаше и расипањем парчића срче повећава се ентропија (неред) чаше неповратно, а део (активне) информације супстанце постаје (пасивна) информација простора, њена прошлост из које се информација (у начелу) теже активира. Оператори квантне механике, пак, сви су унитарни. Они су такви јер нормиране (јединичне) векторе расподела вероватноћа (супституција) пресликавају у нормиране, а унитарни процеси су повратни, чувају информацију.

Простор тако памти да ентропија супстанце спонтано расте, што значи да њена енергија и информација опадају, али да укупна енергија и информација васионе остаје константна. Тај веома спор и упоран ток топљења супстанце и повећања простора утиче на *ширење свемира*. Као што сам о томе већ писао на основу принципа информације, углавном је једносмеран, јер природа шкртари са емисијама информације, овде из неизвесности простора у извесност супстанце.

Додатно, та прошлост може (не мора) деловати и као *тамна материја* космоса.

Због закона одржања сваки је аспект информације коначно дељив (јер само бесконачности се пресликавају у своје праве делове). Прецизније гледано ово се односи пре на исходе него на

могућности, пре на актуелну него на потенцијалну информацију. Могућности су форме бозона (може их бити више, толеришу се), а исходи фермиона (један по један, не толеришу се), па су фермиони ти на које, се пре других, односи највише пребројива *бесконачнст*.

Када скоро сваком дискретном исходу случајног догађаја (фермиону, месту вакуума, тренутку постојања) придружимо више опција из којих је нешто могло настати, добијамо непребројиво бесконачан скуп могућности. Толики је скуп стања, а онда и светова који су се (или би се) могли десити, али нису (или не би), јер исходи су јединствени (нетолерантни).

Математику бесконачности која је настала са *Канторовом*[117] теоријом скупова није лако препричати. Позитивних и свих целих бројева има ,,једнако много“, јер постоји бијекција између њих. Нижући их од нуле и алтернатвно по један позитиван и негативан целе бројеве редамо у низ, овај можемо бројати, па је он ,,пребројив скуп“ какав је и скуп позитивних целих бројева.

Пребројив скуп чини и низ децимала броја пи (π = 3,141592…), али не и скуп вредности које би такве децимале давале. Све њихове вредности, континуум реалних бројева, добијамо када у бесконачном низу позиција цифара варирамо бесконачно њих декадним цифрама.

Непребројивост континуума доказује се свођењем на контрадикцију претпоставке да постоји бесконачан низ свих реалних бројева из интервала од нуле до један. Наиме, из претпостављеног низа бројева (децималног записа) уочимо први и прву цифру иза запете (a). Њој придружимо неку од ње различиту цифру (x). У другом броју уочимо другу цифру (b) и замислимо од ње различиту цифру (y). Поводом треће цифре трећег броја запамтимо цифру која јој није једнака (z) итд.

Нижемо нове цифре у нови децимални број ($0,xyz\dots$) који јесте реалан, из интервала је од нуле до један, али није једнак нити једном од бројева датог низа! Он се од првог разликује по првој децимали, од другог по другој и уопште ни са једним наводног низа ,,свих“ реалних бројева тај нови број није једнак – бар по некој децимали. То је контрадикција са претпоставком да је реалне бројеви из интервала од нуле до један могуће поредати у један низ. Зато континуум не може бити једнак пребројиво бесконачном скупу.

Од бесконачног дакле има и бесконачније, а у суштини ове приче је да су и такве апстракције неке информације. Не комуницира свашта са свачим, па ни то можда није њен крај.

3.14 Расподеле

Радим са статистикама у друштвеним појавама и користим расподеле вероватноћа – пита ме колега за савет – али у новим ситуацијама тешко препознајем ону праву.

Мој најбољи предлог био би му – шире гледајући свеједно је, све расподеле су исте, у свакој од ситуација могуће је применити скоро сваку од статистика. Али, тај предлог није лако разумљив. Без математизирања рашчланити нијансе наизглед веома различитих расподела, у насумичности под микроскопом видети сличне шире обрасце и њихове посебности – да ли је то могуће?

[117] Georg Cantor (1845-1918), немачки математичар.

Основна у *теорији вероватноће* је Бернулијева, тзв. *биномна расподела*. Коцка се баца више пута (нпр. 100) и броје се реализације истог „жељеног“ догађаја. Када је тај један од шест бројева, рецимо „пет“, очекивана вредност је шестина свих покушаја (100/6). Она је средња вредност и највероватнији број „петица“ у скупу свих (100) покушаја. Шансе осталих опадају са удаљавањем од те „очекиване“ вредности. Средње одступање од средње вредности назива се дисперзија (варијанса). У биномној расподели она је производ броја покушаја и две вероватноће, повољног и неповољног исхода. Модел биномне расподеле има много примена.

На пример, у болници је забележено да од свих пацијената (неке болести) 75 одсто умру од ње. Колика је вероватноћа да ће се од пет насумице изабраних пацијената три опоравити? Због само два исхода то је биномна расподела – пацијент преживљава или не са вероватноћама редом 0,25 и 0,75. У низу од пет таквих три су повољна и два неповољна исхода, куб и квадрат датих вероватноћа, а њихових комбинација је десет. Производ вероватноћа и комбинација за мало је 0,1. Шанса да се три пацијента од пет насумичних опораве је 1:10.

Када у датом примеру препознате биномну расподелу, то постаје лакше у следећем. Бројимо аутомобиле на некој цести и посебно оне који се крећу „жељеном“ брзином. Број повољних подељен бројем свих, у неком временском периоду, вероватноћа је повољних. Њој додата вероватноћа неповољних исхода је један, па имамо биномну расподелу. У истој шеми је и расподела осцилација молекула гаса. Број молекула је огроман и биномну расподелу апроксимирамо тзв. *нормалном*, експоненцијалном функцијом квадрата брзина. Њен граф има познати облик Гаусовог звона са теменом изнад средње вредности.

Ако квадрате брзина експоненцијалне функције заменимо кинетичком енергијом (са додатним константама), оне постају експоненцијалне функције расподеле вероватноћа енергија молекула. У експоненту више нису (Гаусови) квадрати промењивих, него први степени, а расподела је позната Максвел-Болцманова. Експоненти су и вероватноће, а њихови логаритми тада су информације. Визуело сасвим различите графове веже унутрашња логика!

Напомињем, у (мојој) информатичкој интерпретацији МБ расподеле енергије биле би сабирци *информације перцепције*. Они су поједине „слободе“ која је свака производ „способности“ субјекта и одговарајућег објективног „ограничења“ на датом (случајном) догађају. Како је информација перцепције блиска физичком дејству, производу промене енергије и протеклог времена, излазимо формално на исто, на МБ расподелу.

Већ из примера аутомобила и молекула видимо да МБ расподела тражи луфт између својих ентитета. То са своје стране указује на њену „тајну везу“ са Барабашијевим расподелама слободних мрежа, на произвољност удаљености интерпретирану том слободом.

Дубље у микросвету нема те комоције, не могу се занемарити узајамна деловања честица и настаје потреба за новом формулом. Тада постаје важна подела елементарних честица на фермионе и бозоне, прве са Ферми-Дираковом расподелом, а друге са Бозе-Ајнштајновом. Чим се макар мало одмакнемо од квантног света те две расподеле се не разликују, толико су суптилне. Обе се једнако добро апроксимирају термодинамичком (МБ) расподелом.

Реципрочна вредност вероватноће је нека средња вредност „броја присутних“ (равноправних) из којих насумице извлачимо један. Када том броју расподеле гасова (МБ) додамо један добијамо расподелу фермиона (ФД), а ако одузмемо један добијамо расподелу бозона (БА).

Ове незнатне, квантне разлике, лакше памтимо сетимо ли се да фермиони не трпе у својој околини себи сличне па се рецимо представљају као да их је више. Бозони су толерантнији и обрнуто праве се да им није тесно. Фермионска расподела добро функционише и у друштвеним појавама у ситуацијама када има више кандидата а може бити изабран само један. Бозонска, поред осталог, боље ради и у случају поменутих слободних мрежа. Како то разумети?

Закон одржања енергије или информације приближно преносимо у закон одржања количине новца у робно-новчаним трансакцијама. Када јединки није превише, аналогија са физиком затим иде даље и у њене расподеле. На пример, ако на постојеће чворове неке мреже слободно додајемо нове са новим повезницама, веће су шансе додавања чворовима са више повезница. Из рачуна излази степени закон слободних мрежа, са веома малим бројем чворова са веома великим бројем повезница наспрам веома великог броја чворова са малим бројем повезница.

Такве су мреже токова новца (са веома мало веома богатих), интернет мреже (са ретким концентраторима), па и електроводови већих богатијих земаља, или друштвена познанства и популарност – не само људи него и филмова, песама, политика. Такво је и ширење зараза по кластерима, а недавно се појавила и идеја да исти модел важи и за ширење „случајних“ убистава по америчким центрима и гетоима.

Зато што степени закон важи за слободно умрежавање он је апроксимација расподеле бозона. Наиме, експоненцијална функција развијена у ред и када јој се одузме јединица постаје приближно степена функција. Код фермионске расподеле ту јединицу додали би и „магије“ преласка на степени закон нестало би.

Требало би да сада препознајете сићушност принципијелне разлике водећих расподела, али ако тражите већу тачност ова још увек популарна прича постаје нешто друго. Да није тако математичка открића била би прелака ствар и ми бисмо били одавно господари васионе.

3.15 Непокретна тачка

Како нећу чути за ,,Банахов став о непокретној тачки``, па то свако зна, то су прве речи које деца изговарају када проговоре – зезајући се рекао ми један колега у разговору о бесконачности у физици и настављајући – једва да се сећам тога са студија, подсети ме. Знам да у математици „од бесконачног има и бесконачније“ – цитирајући ме питао је даље – али из твојих објашњења није ми сасвим јасан пренос наводне бесконачности у физику?

Слажем се да је *бесконачност* тврд орах за физику и зато сам суздржан у овим текстовима, кажем. Бесконачности су у математици неизбежне већ због снаге принципа контрадикције, а онда су и део (моје) *теорије информације* због самог постојања идеје о њима. Па ипак не журим, не због мене него због других.

Потврђује је на пример фантастичан склад математичке анализе. Иако је била камен спотицања Канторове теорије скупова и разлог да га савременици сматрају неозбиљним, идеја о „бесконачнијем од бесконачног“ надвладала је снагом своје логике. *Геделова*[118] теорема немогућности (да нема краја истинама) прекретница је иза које егзистенцију бесконачности у математици можемо узети као готову ствар.

Том развоју, верујем, придружиће се и (моја) теорија информације, а ево због чега. *Псеудо-информација* (псеудо-реалност) је она која делује на нас а ми на њу не. Такве су на пример математичке теореме. Како онда објаснити цурење дејства (информације) из тог псеудо-света ка нама, из нечега што се не мења и не допуњава? Размишљам наглас и саговорник се укључује питањем. За њих не важи закон одржања?

Да, браво, то је једна од изгледних опција. Формално она се не чини јединим, али за сада је можемо сматрати довољном. Нема контрадикције, јер је из бесконачног скупа могуће издвојити и пребројиво бесконачно много његових елемената а да их опет остане једнако бесконачно много.

Она отвара могућности које су наизглед у складу са многим па и са Геделовом теоремом немогућности. Али разумљиво је, ваљда, да се са тиме још увек не могу разметати, иначе многи би рекли ,,да знао сам да овај није нормалан`` и наставак теорије ишао би још анонимније. Али вратимо се теми.

За сада, прећутно како, рецимо да имамо континуум тачака, неку дефиницију удаљености и пресликавање простора на самог себе. Када је оно тзв. *контракција*, што значи да су копије узајамно ближе од оригинала, онда постоји јединствена ,,непокретна тачка``, лик који се пресликавањем не премешта. Ту је теорему 1922. године први прецизно исказао и доказао пољски математичар Стефан *Банах*[119] и од тада је увиђамо свукуда.

То је примена бесконачности. Једноставан пример Банаховог става је мапа стављена на тло околине коју представља. Тада постоји јединствена тачка на мапи која се тачно поклапа са местом на тлу.

Други пример добијамо полазећи од произвољног троугла ABC. Средине његових страница, тачке A' на BC, B' на CA и C' на AB формирају нови троугао A'B'C', а средине тих страница нови и тако даље. У n-том кораку средине страница формирају n-ти троугао. Може се показати да низ ових троуглова конвергира једној тачки која је тежиште сваког троугла у низу.

Сличан пример је ,,слика у слици`` (mise en abyme), постављених копија слике унутар саме слике. Добија се наизглед бесконачан низ *рекурзија* (поступака или функција које се дефинишу помоћу саме себе) које, према Банаховом ставу, садрже једну непокретну тачку.

Мало више ,,математички пример`` био би доказ јединствености решења ,,довољно регуларне`` диференцијалне једначине. У простору функција снабдевеним метриком (дефинисаним

[118] Kurt Gödel (1906-1973), аустријско-амерички математичар.
[119] Stefan Banach (1892-1945), пољски математичар.

удаљеностима), који је *комплетан* (постоје граничне вредности низова), са пресликавањем функција у функције које тада називамо *оператором*, решење диференцијалне једначине, уколико оно постоји, је фиксна тачка тог оператора.

Шредингерова једначина је ,,довољно регуларна``, као уосталом и скоро све остале замисливе таласне диференцијалне једначине, што значи да се сваком потенцијалу може придружити неки талас, али и обрнуто да се сваком таласу може придружити неки потенцијал. Прво је добро познато у квантној механици, а ово друго и није: сваком таласу се може придружити нека информација, њој дејство, па онда и енергија. Модел енергије-фреквенције физике тада се може применити на периодичне појаве уопште.

Процес *слободног пада* у гравитационом пољу пример је пресликавања контракцијом, нама посебно занимљив због принципа минимализма информације. Физички систем спонтано тежи стању мање информације; у том је смислу орбита сателита његов приватни минимум и ,,његова непокретна тачка''. Уобичајеним језиком физике речено трајекторију чине стања најмањих *потенцијала* датог сателита, његове потенцијалне енергије која множена константним јединицама сопственог времена даје сопствена дејства, дакле опет информацију.

Слично је и са свим другим *пољима сила*, јер путање набоја у њима израчунавамо такође из одговарајућих потенцијала не нарушавајући правило да је мањак (релативне) потенцијалне енергије привлачан, а вишак одбојан. То све не би имало смисла када би употреба бесконачности у физици била забрањена.

3.16 Демократија

Лаж наивне заводи, а опрезне поучава. У тој изреци много је туге и радости савремених *демократија* и уопште друштава сличних по жељама за постизањем неке равноправности међу људима – било да су оне очигледно посебне или су у суптилним нијансама.

Као што једнаке стартне позиције такмичара обећавају боља такмичења, тако то постижу и једнаке шансе на тржишту путем веће конкуренције или разни све интересантнији сукоби који настају из савремених начела једнакости лица пред законом. За *једнакост* се заузимамо да бисмо повећали могућности, због прогреса и да би они који се осећају потцењени кренули за нама.

Али, „чашу меда још нико не попи, што је чашом жучи не загрчи“, писао је *Његош*[120]. Ако је нешто добро, оно није и универзално добро. Боље лечење данас вероватно узрокује нездравију популацију сутра, државна помоћ лошијој привреди кочи појаву неке боље, запошљавање политички подобних колико доприноси успону власти помоћу оданости толико утире пут њеном посртању због нестручности. Обећавајућа такмичења за масе изнедре шампионе против којих обичан свет више нема шансе.

Стискањем балона његов садржај се негде прелива, напетост тражи свој расплет, а настојање за *равноправношћу* друштва исцури у неку неравноправност. То јесу само аналогије, наравно, али

[120] Петар II Петровић Његош (1813-1851), српски владика, песник и филозоф.

надам се корисне, ако не за разумевање доказа немогућности демократије који ћу покушати скицирати, онда барем за памћење резултата.

На путу ка *комунизму* појам једнакости подразумевао је радничку класу и свако то друштво изродило је доживотног председника. Приметимо исти шаблон и у *диктатурама* уопште у њиховом апеловању на неке једнакости без којих владање масама заправо није могуће. Ситничарећи у поправљању „неправди“ генерисаних „добрим“ савременим правним системом, у трци да би се регулисали сукоби које он сам производи инсистирајући на једнакостима, настаје оно што од недавно препознајемо као *политичку коректност* у негативном значењу. Дајући предност *слободном тржишту* добија се владавина богатих појединаца, власника банака или корпорација.

Невероватно је, али управо је принцип једнакости кључни произвођач поменутих неједнакости. Писао сам о том апсурдном аутоматизму са различитих позиција – од набрајања историјских догађаја до његових узрока у начелима информације, а делом и на следећи начин.

Математички модел *слободних мрежа* састоји се од чворова са једнако вероватним повезницама. Када нови чвор спајамо са старима нова повезница има једнаке шансе као и свака друга: она ће управо зато вероватније припасти чвору са више повезница. То је општа форма једнакости. Брзином расподеле *степеног закона* (енг. Power law) издваја се затим веома мали број чворова са веома великим бројем повезница наспрам веома великог броја чворова са веома мало повезница, дакле неравноправност чворова настаје управо због инсистирања на равноправности повезивања!

Последице „слободног мрежног“ повезивања даље третирамо формално, попут таблице множења и често са познатим интелектуалним напором решавања задатака из праксе помоћу математике. Покушајмо прво разумети нека општа места.

Та позната мрежна законитост има и свој информатички део. Број повезница (означимо са x) неког чвора пропорционалан је вероватноћи повезивања (p), а како је логаритам вероватноће (једнако вероватних исхода) информација, то је вероватноћа пропорционална неком степену броја повезница који се обично означава са „минус алфа“ ($-\alpha$). Отуда „минус“ што вероватноћа p опада када број x расте, па је експонент α увек већи од један. У најчешћим ситуацијама алфа је реалан број између два и три.

Функција кумулативне дистрибуције је вероватноћа да је број повезница већи од неког датог (опет x) и израчунава се сабирањем (интегралењем) претходних вероватноћа. Резултат је *Паретов*[121] закон, врста степеног закона са алфом за један мањом (α - 1), између један и два, са графом сличнијим правој и једноставнијим за процену броја догађаја у задатом периоду.

[121] Vilfredo Pareto (1848-1923), италијански инжењер, економиста и социолог.

Паретов закон распоређује познанства, цитате, продате књиге, примање телефонских позива, лајкова, ширења интернета, интеракције протеина, магнитуде земљотреса, пречника кратера. Он се користи у нагађању времена до следећег земљотреса, поплаве, пада астероида.

Када би становника на Земљи било бесконачно много, а вирус неке инфекције не би мутирао, нити би се остали услови његовог ширења мењали, онда би се пораст заражених временом стабилизовао око неке (праве) линије Паретовог закона. Стохастичка појава тада би постајала каузална. Али у пракси постоје оганичења која је могуће уврстити у рачун, а отуда оптимуми, екстремне вредности ширења слободне мреже.

Текућа достигнута вредност подељена оптималном израчунљив је коефицијент мреже који се популарно назива *правило 80-20*. Правило „80-20“ каже да ће око 80 одсто слободних мрежа чинити чворови са мало повезница, а осталих 20 одсто чворови са много повезница. Занимљивост тог израчунавања је отприлике овај исти однос, његова велика независност од врсте слободне мреже.

Друга једна занимљивост слободних мрежа каже да „мој пријатељ има више пријатеља него ја“. Има тога још, а има дражи и у томе да занимљивости сами проналазимо. Додаћу, слободне мреже су и ситуације када се може слободно лагати, ширити неистине растерећено од опасности да нас неко због тога ухвати и кажњава. На пример, ако је такво и пласирање *лажних вести* на интернету, онда правило „80-20“ каже да се четири пута брже интернетом шири лаж од истине. Отприлике тај однос могао би, претпостављам, бити и обим писане фикције наспрам научих радова, број лошијих и најбољих ученика у школи или онога што појединац није и што јесте разумео на неком предавању.

Коначно, у демократска права спадају и нека права на лагање. Треба бити наиван па не примећивати да људи не говоре истину и не знати читати истине о њима, о свету и себи из тих лажи, јер то тада више није због демократије, него је до читаоца.

3.17 Садашњост

Откуда долази *садашњост*? То је важно, а можда и централно питање „теорије информације“ на које би се одговор могао чинити тако необичан да га је боље прећутати. Ово је део те приче.

У свим физичким интеракцијама нешто са нечим комуницира, размењују се дејства и дефинише *реалност*. Када један субјекат *комуницира* са другим, њих два узајамно су реални, а ако други може комуницирати са трећим, са којим први непосредно не мора, онда кажемо да је и трећи узајамно реалан (на неки начин) са првим. Прича о „реалности“ тако се пресликава на мреже и у формализам, а непротивречност математике постаје коректност ове необичне дефиниције реалности засноване на ланцима интеракција.

Где год има енергије и промене има и дејства, па онда и информације, али и обрнуто, јер информација је у овом тумачењу *свеприсутна*. У таквом нема места за „апстрактни свет“, рецимо логичких истина који би био „тамо негде“ изван физичког и независан од њега. Овде све оно што опажамо мења нас, па и откриће Питагорине теореме упркос томе што ми не мењамо њу.

Апстрактна идеја истинитог става, која је свевременска је безенергетска (квант дејства је производ промене енергије и трајања), али пошто ми нисмо кадри појмити бесконачно дуго трајање, онда не добијамо нити бесконачно мало деловање. Не тврдим да бесконачности не постоје, узгред речено, него да је оно што из њих можемо преузети највише коначно.

За несиметричне интеракције не важи познати доказ Нетерине теореме изведен из Ојлер-Лагранжових једначина кретања и према томе нема закона одржања. То значи да „затворени“ псеудо-системи могу (не морају) губити (добијати) информацију и, посебно, из света математичких истина могуће је стално одузимати делове, а да он остаје једнако бесконачан.

Да *истина* има више од елемената било којег замисливог скупа гарантују нам Раселов парадокс (нема скупа свих скупова), затим доказ (Зермелове) теорије скупова да од сваке бесконачности постоји већа, па и Геделова теорема немогућности, а свет истина је и већи.

Другим речима, постоји могућност настајања садашњости филтрирањем информација из бесконачног псеудо-света истина. Кроз сито закона одржања информација и осталих принципа физике врши се сепарација апстрактних идеја у форме конкретне реалности. Упоредо са преузимањем из бесконачности, а зато што реалне информације „нестају“ у време када „настају“, дешава се и њихово гомилање у прошлост. При томе, за разлику од непромењене количине садашњости, за будућност и прошлост *закон одржања* постаје дискутабилан.

Свет прошлости је *псеудо* (лажан, једносмеран) већ због тога што се прошлост нагомилава, што се у њу нове количине садашњости стално таложе и формирају „лажну“ реалност другачију од апстрактних истина. Обе су информативне за (нашу) садашњост и кадре да на њу непосредно делују, али апстрактне истине то раде суптилно и скоро увек једнако једва, а прошлост то ређе што је старија. Попут дејства гравитације која опада са просторном удаљеношћу, утицај прошлости опада са временском.

Нова теорија информације повремено испада толико шокантна да је треба препричавати као неку бајку чак и ако верујемо да ту бајке нема. Али, недовољно је претпостављати да садашњост у будућности чека известан, статичан распоред догађаја, макар њихов избор сматрали неизвесним, у теорији која не може без објективних случајности. Чинили бисмо тада грешку као у интерпретацији Хајзенбергових релација неодређености врстом само наше необавештености, правећи тада теорију контрадикторну са Беловом теоремом о квантној спрегнутости.

Због изузетно слабог интензитета дејстава о којима говоримо, последице овог аспекта теорије информације лакше је видети у *космологији*. Познато нам је да је видљиви део свемира ограничен јер се његове све даље тачке све брже удаљавају од нас тако да нам измичу оне иза хоризонта догађаја – који се од нас удаљава брзином светлости. Зато је све више простора у односу на супстанцу унутар нама *видљивог свемира*.

Ширење свемира објашњавао сам принципом минимализма информације и то не бих сада понављао. Укратко, једно од објашњења је, *простор памти* а супстанца се топи у простор темпом спонтаног раста ентропије. Оно што је сада занимљивије је следеће хипотетичко питање: да ли је

укупна количина (информације) простора и супстанце увек тачно константна и како бисмо то могли проверавати посматрањем?

На пример, зато што је супстанце све мање, ширење простора успорава (никада не престаје), осим ако из псеудо-света истина простор добија и додатне информације. Међутим, ако укупно доспевање будућности у садашњост супстанце успорава могло би и време свемира да успорава.

Да ли је то иначе неочекивана последица? Није, јер на пример, релативно спорији ток времена свемира произилази и из повећања „масе“ (енергије) његовог простора. Наиме, својства гравитационог поља можда иницира маса коју оно у једном тренутку садржи, али њих даље одржава простор који ту масу окружује. Показује се да је то у складу са Ајнштајновом теоријом релативности, иако изгледа као изненађење.

У теорији информације, сада одједном, добија смисао простор који постаје све, рецимо „дебљи“ да оставим за касније израз „бременитији“, па онда и његов посебан допринос релативистичким ефектима (релативном повећању енергије или успоравању времена тела у пољу) постаје видљивији.

3.18 Количина опција

Слика екрана састоји се од мреже *пиксела* (тачака). Старији *телевизори* и многи 32-инчни имају их милион (720p), мање стари модели 49-инчни имају их нешто више од два милиона, а новији од 50 инча и више по осам милиона, до најновијих са по преко 33 милиона пиксела (8K). Да би се видео један пиксел таквог ТВ треба вам повећало.

Резолуција екрана односи се на број пиксела мреже која чини слику. Да не претерујемо, јер то није важно за поенту ове приче, држаћу се резолуције 720p која значи матрицу 1280 x 720 пиксела распоређених у ступце (колоне) који чине ширину екрана и врсте (редове) који чине висину.

Сваки се пиксел може контролисати напоном мреже која дефинише његово осветљење и боју. Светлина се дигитализује, каже се и квантизује, обично у осам бита са којима се постиже 256 (осми степен двојке) нивоа интензитета. Свака светлина иде у три основне боје (3 X 8 = 24 бита) што чини *спектар* са више од 16 милиона осветљења и боја по пикселу (куб броја 256).

Помножимо ли број могућности спектра појединог пиксела са бројем њих у матрици добијамо количину опција екрана која је једноставан број могућности екрана. Сложенија врста *количине опција* је *информација*. Она није непосредан број избора, него је логаритам тог броја. Информација је и ствар контроле.

Све ретке матрице можемо поређати у један и пикселе (спектре) сматрати компонентама вектора. Делећи тај низ на два дела, а онда део који нас више интересује опет на два и тако даље стижемо до једног пиксела. Број подела је логаритам (базе два) броја свих и он је информација резолуције

екрана. Када су пиксели истих могућности ова информација је *Хартлијева*[122], названа према инжењеру Белове компаније који ју је 1928. године први дефинисао.

Један *бит* је једна позиција са две могућности, има-нема струје или 1 и 0 и основна је јединица информације. Три бита имају осам могућности (два на трећу потенцију, $2^3 = 8$), пет бита 32 могућности (два на пету, 2^5), а производ броја могућности (8 X 32 = 256) јесте збир информација тих могућности (3 + 5 = 8). То је својство логаритама које је Хартли уочио омогућивши Беловој телефонској компанији да почне мерити потрошњу информације аналогно потрошњи воде или струје.

Исто се односи на сабирање „количине неодређености“ случајних догађаја која се онда такође назива информацијом. На пример, два су исхода бацања новчића, а шест бацања коцке. Бацање уједно новчића и коцке има 12 = 2 X 6 исхода, а њихова информација једнака је збиру појединих информација новчића и коцке. Логаритам броја 12 једнак је збиру логаритама двојке и шестице.

Информација спектра пиксела (8) множена тренутним интензитетом пиксела (број од 0 до 256) јесте текућа активност пиксела, а збир свих тих је укупни интензитет слике екрана у датом тренутку. Када пиксели повремено нису активни него се укључују по некој расподели (независних догађаја вероватноћа јединичног збира), онда ће збир производа вероватноће и одговарајуће информације дати просек информације појединог пиксела.

Тај просек је *Шенонова* дефиниција информације. Назив је по математичару који ју је установио 1948. године, такође радећи у Беловој компанији. Огроман број теоријских радова о капацитету канала који преноси информацију, о Марковљевим ланцима, ергодичком извору, крипто кодовима и њихових примена, потврђују исправности идеја Шенона и Хартлија.

Приметимо даље да варирање нијанси у овим дефиницијама даје „изненађујуће“ велике разлике значења појмова. То је типично за математику и чест је узрок њеног наводног неразумевања од стране лаика, а када се ради о новим открићима онда и разлог неспоразума међу познаваоцима.

Информација перцепције је следећи корак у теорији информације. Она поопштава претходне две дефиниције, а тиче се физичког дејства. На пример, емисија слике екрана је и ствар потрошње или емисије енергије током задатог времена. Множећи јединичну информацију енергијом и сабирајући по спектру и резолуцији добијамо збир производа парова два низа вредности, збир производа компоненти два вектора, који називамо информацијом перцепције.

Компоненте вектора представљају поједине димензије векторског простора и њихов број може бити огроман. Међутим када два таква полазе из истог исходишта они леже у једној јединој равни, кажемо разапињу паралелограм. Површина коју вектори разапињу једнака је производу интензитета вектора и синуса угла између њих. Поред тога ту су и њихове узајамне пројекције које настају множењем интензитета и косинуса истог угла. Обе ове вредности важне су у теорији информације перцепције, али нису данашња тема.

[122] Ralph Hartley (1888-1970), амерички инжењер.

Заједничко трима дефиницијама информације је њихов раст са растом броја опција и неизвесности. Информација исхода опада са вероватноћом, па принцип чешће реализације вероватнијих догађаја постаје принцип ређе реализације информативнијих.

За разлику од претходне две дефиниције, информације перцепције нема без енергије односно дејства (нема промене енергије без времена). Поменуто, а иначе ново, начело минимализма информације еквивалент је одавно у физици познатог начела најмањег дејства. Затим се потврђује да за информацију (перцепције) важи закон одржања, попут одржања енергије, па одједном излази да такав неки закон мора важити и за саму вероватноћу.

Теорију „информације перцепције“ развијам прилично усамљено, али из година рада видљиво је да она отвара Пандорину кутију не само чуда унутар математике и физике, него од друштвених појава, преко биологије, до технологија вештачке интелигенције. Отуда толико много наставака ових пажљивије гледано веома различитих прича о информацији.

3.19 Токови догађаја

Квантна физика дели елементарне честице на бозоне и фермионе. Спин (унутрашњи магнетни момент) бозона представља се целим бројем, спин фермиона половичним. Поља сила чине бозони који своја дејства испољавају на одговарајуће фермионе. Бозони толеришу себи једнаке на истом месту (догађају простор-времена), фермиони не. Само помињем познате особине.

Делови електромагнетног зрачења, фотони којима припада и видљива светлост, врсте су бозона – толерантних честица. Оне се узајамно не сударају, него се игноришу, мимоилазе или интерферирају, а компоненте беле светлости као елементарне боје добијамо преламањем кроз *Њутнову призму*. Она нам онда показује и да постоји структура кванта (фотона беле светлости) закључана у неком процесу кохеренције са сопственим законом одржања.

Унитарни оператори (процеси) квантне физике потврђују овакав закључак свугде. Тиме што су *реверзибилни* (инвертибилни, регуларни) ови линеарни оператори, квантне еволуције, чувају информацију. Случајеве игнорисања бозона од бозона њима можемо додати као врсту узајамне независности. То је незаинтересованост слична свакодневној у толерисању некога, нечијег понашања, увреда или похвала које би изазвале реакције блаже од нормалних, на које би се мање обазирали него уобичајено, или нас не би дотицали и биле нам небитне.

За фермионе важи Паулијев принцип искључења: два идентична не могу бити у истом квантном стању. На пример, не могу два идентична електрона бити у истом атому. Електрони комуницирају помоћу *виртуелних фотона* који су увек негде около, док сами фотони немају такву згоду. То је познат процес *Фајнманових*[123] дијаграма, а призвук његових шема који сада ослушкујемо је да случајно узета врста честица комуницира са фермионом пре него са бозоном.

Виртуелни фотони непрестано напуштају дати електрон и уколико неки од њих интерагује са другим електроном фотон постаје реалан и два електрона се електрично одбијају Кулоновом

[123] Richard Feynman (1918-1988), амерички теоријски физичар.

силом. Као код чамаца на води када из једног бацимо врећу песка у други, одузети импулс фотона од првог електрона додаје се другом.

Зато има више смисла говорити о фотонима без електрона него обрнуто, о електронима без фотона; као да постоји тежња да има више фотона него електрона. Са квадратом удаљености између електрона опада вероватноћа те интеракције али је њена количина константна, па (од недавно) претпостављам да се виртуелни фотони шире као концентричне сфере таласа, са вероватноћом деловања у све мањим амплитудама развученим по површини сфере и константним импулсом интеракције у њеној таласној дужини. Међутим ни то није довољно да објасни откуда оволики (виртуелни) фотони долазе и шта ако се не реализују сви.

Поред тога, познато је да се у поменутој размени рецимо спин првог електрона +½ умањује за спин фотона, тада +1, а другог се за толико увећава, што значи да је спин другог електрона морао бити -½. Следећа размена може бити само обрнута, да се спину другог електрона одузме јединица и дода првом. Отуда следећа примедба да је процес размене (виртуелних) фотона између електрона веома селективан. У томе видим потврду „чудне“ нове идеје о „преузимању садашњости из бесконачног“ која приличи теорији свеопште информације.

Чак и ако претходно нисте сматрали спекулативним, наставак вероватно хоћете. Држећи да свако догађање мора ићи са променом неког дејства (чит. информације) и обрнуто, требало би да сазнање Питагорине теореме (или било које друге) делује на нас.

Међутим, моћ деловања апстрактне истине зависи од објективне количине перцепције, а она је увек нека коначна вредност. Без обзира што је (ако је) рок трајања теореме бесконачан и енергија коју би таква могла пренети зато ништавна, свако физичко опажање увек је коначно. Истичем још једном, производ енергије и времена је физичко дејство (информација) са позитивним минимумом (квантом) чији један множитељ (време) ако неограничено расте, други (енергија) неограничено опада.

За физичка дејства као и за енергије важе закони одржања и то су зато коначне величине. Коначности физичких величина могу преузимати делове бесконачног у складу са законима физике и својом моћи перцепције, а да при томе бесконачност остаје непромењена, јер је њено основно својство да може бити свој прави део. Одузимајући (додајући) бесконачности извесне количине она може остајати иста, што са коначнима није могуће.

Ови познати ставови математике још увек немају своју примену у физици и сада их надовезујемо на свет елементарних честица. На горњу (хипо)тезу, да је мање вероватан „доток садашњости“ (из бесконачног) бозонима него фермионима, даље додајемо раније поменуто „топљење супстанце у простор“, дакле фермиона у бозоне. Идеја о оваквом току догађаја долази из начела минимализма информације, али се може извести и из (генералисаног) спонтаног раста ентропије твари. Свеједно, простора васионе је све више а супстанце све мање.

Зато што простор старењем постаје све „дебљи“ и зато што је он крајњи носилац гравитационог поља – релативно време успорава. Због пораста енергије самог простор-времена расту вредности

тензора енергије на десној страни Ајнштајнових општих једначина поља, па ову појаву можемо сматрати новим-старим ефектом гравитације. То пре што гравитационо привлачење увек вуче ка споријем току времена чиме поменуто увећање простора поприма карактер гравитационог.

Са друге стране оправдано је рећи да време тече све спорије и зато што је све више бозона а све мање фермиона. Све су мање вероватне интеракције садашњости са бесконачним и све су ређи преноси у физичку реалност, а релативну брзину тока времена у теорији информације иначе дефинишем опаженом „количином догађаја“.

3.20 Дихотомија

У религији, етици, филозофији и психологији *добро и зло* су уобичајена *дихотомија* (подељеност целине на два једнака непреклапајућа дела). Било да се деси развој теорије информације на начин како је замишљам и она се умеша у те, за сада нематематичке појмове или не – занимљиво их је разматрати. Осим тога, оне су информатичке више него чврсте појаве.

Полазно начело информације је њена *свеобухватност*. Искрено речено, пре више година замишљао сам „себи довољан“ универзум информација само као покушај у тражењу контрадикције и то је тако остало до дана данашњег. Свођење на противречност је моћан метод математике, њој типичан, проверен и поуздан, али се често показује претежак и не можемо на њега увек рачунати.

Дедукција је такође метода математике, иначе безвредна када на почетку сваког ланца „ако је, онда је“ не стоји нека проверена истина. У том смислу она је секундаран начин крајњег истраживања (експеримент је врста доказа контрадикцијом) и зато је примарна у манипулисању истином (ради забаве, маркетинга, у политици). Тај претпостављени тачан почетак ланца импликација у теми „добра и зла“ могао би бити универзалан могућности пресликавања „тачног“ у „нетачно“ и обрнуто. Ово је очигледно у операцијама Булове *алгебре логике*.

Те се операције лепо слажу са поменутим принципом свеобухватности, овај са налазом да је информација дејство, а он даље са схватањем да дејство мора бити нешто што је тачно. Тако долазимо до закључка да се свету истина *бијекцијом* (обострано једнозначним пресликавањем) придружује свет лажи, до сасвим нове тезе са огромним импликацијама. Наглашавам, све оно што се може догодити тачно је, али не мора нама бити доказиво и, опет, све што је доказиво не мора нама бити доступно.

Теорија информације о којој причам подразумева неке случајности, отуда непредвидљивости, немогућности да све комуницира са свачим, а онда и ограничености перцепција било којег субјекта (живог или неживог бића, тела или честице физике), па је она сама по себи у складу са исказаним ставом, да лаж није оно што смо мислили да јесте.

Испада да наизглед страни *свет лажи* садржи тачно једнако много истина, штавише и оних истих које се налазе у нама познатијем *свету истина*, пакованих на нама теже доступне начине. То је први корак, да универзум информација видимо са том унутрашњом симетријом, са најлакшим

начином сазнавања читањем непосредних истина, а осталима заморнијима. Следећи корак је придруживање појединачном појму „доброг“ (по једне) логичке вредности „тачно“.

Идеја све мање и мање доброг да бисмо на крају стигли до „зла“ сада не функционише, јер би се тако свела на поливалентне логике (тачно, можда, нетачно) и тамошњу теорему да се свака та вишезначна логика може извести из двовалентне (тачно, нетачно). Такође, нема више ни дихотомије добра и зла, и поставља се питање какав би овај свет могао бити?

Када је пре близу 66 милиона година огроман метеор пао на Земљу и побио *диносаурусе* који су стотинама милиона година доминирали планетом, отворена је могућност да се развијају и завладају сисари и на крају људи. Крчењем шума чини се добро некима, али и ускраћује животна средина другима и ко зна каква штета се чини овој планети а онда и нама на њој. Подржавањем донацијама неуспешног предузећа непознатом самоодрживом не дозвољава се постојање.

Укратко, добро и зло могли би бити релативни појмови зависни од посматрача. То гледиште у складу је са информацијом перцепције, напомињем још једном, јер она вреднује перципирање ствари увек релативно, у односу на дати субјекат. Ми комуницирамо јер немамо све што желимо, нити то можемо икада имати, а због ограничења перцепција свет је онда увек бар мало различит за различите субјекте.

Зато што је суштина информације неизвесност, а информација је универзална (све што постоји има је и без ње ништа не постоји), то ни један субјекат не може знати све; не постоји становиште, нити становишта, са којих би се могла извести укупна свеопшта и универзална истина. Ово би био евентуални доказ *Геделове теореме о непотпуности* изведен помоћу наведене теорије информације, или рецимо доказ немогућности егзистенције скупа свих скупова (Раселов парадокс), али, за сада, он је само налаз и још једна потврда ове теорије.

У оној древној изреци да у сваком добру има нешто лоше и у сваком злу има доброга, за сада нагласимо: једном добро, другом лоше. Нешто што је категорије „лоше“ за све наше досадашње цивилизације може бити „добро“ за неку будућу, или за неку другу живу врсту око нас, али и не мора. Пресликавања између „доброг“ и „лошег“ могу бити раздвојена космичким удаљеностима или еонима, али увек су делови универзума информација.

Да је овакав модел логички могућ скицираћу доказ помоћу теорије графова. Нека су дате неке тачке, чворови графа, са или без повезница између парова. На крају повезнице може стајати стрелица (плус) ако је та веза за дати чвор „добра“, иначе је „лоша“. Ако између два чвора постоји повезница она може имати две, једну и ниједну стрелицу. Међутим, могућ је граф у којем сваки чвор са повезницом „добар“ има и повезницу „лош“.

На пример, чворовима А, Б и Ц доделимо значења редом: опстанак диносауруса, разорну моћ метеора и развој сисара. Тада је А → Б, Б → Ц и Ц → А. Прво тумачимо да за опстанак диносауруса лошије утиче већа разорна моћ метеора, затим да већа разорна моћ метеора олакшава развој сисара и треће да развој сисара почиње крајем опстанка диносауруса. Сваки од три чвора за један је „добар“, а за други је „лош“.

3.21 Фикција

Фикције у свакодневном говору означавају стварања засебног света путем књижевности, филма, сликарства или уопште уметности, али и нетачне идеје које нам се мотају по глави. Сматрамо да *фикцију* могу имати само жива бића, а да је углавном различито доживљавају.

Иако је изван материјалистичких модела света, њу чине неки подаци који могу да нас покрећу и стога је она део универзума информација. Иза сваке информације стоји неко дејство и обрнуто – са сваким дејством иде нека информација, па је фикција тема „физике информација“. Њен важан део је разумевање реалности помоћу комуникације.

Ако две појаве могу непосредно комуницирати, рећи ћемо да су оне узајамно непосредно *реалне*, а ако непосредне комуникације нема, али постоји трећа појава која би могла комуницирати са обе, онда су прве две (само) узајамно реалне. Тако су узајамно реални фотони, јер могу комуницирати путем електрона и нису непосредно узајамно реални, јер не комуницирају непосредно. У свету информација све појаве су реалне, не само примарне или секундарне.

У секундарне спада псеудо-реалност са којом „комуницирамо“ једносмерно. Она може деловати на нас, али не и ми на њу, као (ваљда) математичка теорема или прошлост. Постоје и фиктивне појаве које могу деловати на нас и ми на њих, али чију информацију различити субјекти примају различито. Бог је делом и псеудо-реалност и фикција, а примере преклапања фикције и реалности имамо у квантном свету. Појаснићу ово друго.

Ако процес A неће битно мењати стање x, онда имамо карактеристичну једначину $Ax = x$, иначе је неко $Bx = y$. То је абецеда *квантне механике*, при чему су A и B унитарни оператори, а x и y вектори. За композиције ових процеса важи $ABx = Ay = z$ и $BAx = Bx = y$, па када је $z\text{-}y = x$ имамо Хајзенбергове релације неодређености и, уопште, ако z није y, имамо некомутативност процеса A и B и реалност се преклапа са фикцијом.

Приметимо да је сличан формализам квантних оператора и вектора примењљив и на макросвет физике, са јасним раздвајањем фаза, операција A и B. Када нема ограничења релацијама неодређености онда нема мешања реалности и фикције. А како је сваки (унитарни) оператор могуће растављати на факторе то онда имамо сложеност (композицију) процеса све до њиховог уситњавања до дна микросвета.

У микросвету је, наравно, могуће и даље разлагање на чиниоце оператора елементарних процеса, али такви не могу бити изолована дејства. На пример, свака од три *Паулијеве матрице* раставља се на производе по два (од три) *кватерниона*, сваког са неким својствима несамосталних процеса. Елементарне честице такође чине нерастављиви делови. Разноврсни начини факторисања тако нам говоре о неједнаким перцепцијама истих појава квантног света.

У макросвету, жива бића разликујем од неживих по акумулацији информација (дејстава). Живо биће је оно које сложеношћу и *синергијом* постиже вишак информације у односу на збир одвојених својих чинилаца. Отуда оно има вишкове могућности бирања. Нежива, физичка твар

подлеже принципу најмањег дејства тако да се креће трајекторијама које су решења Ојлер-Лагранжових једначина, жива може још тога да бира.

У квантном свету не разматрамо жива бића, али због доминантније неизвесности, односно случајности, избори честица микросвета сразмерно су већи. Откуд ова разлика? Пре свега она је последица *закона великих бројева* теорије вероватноће, који „великом свету“ повећава извесност, затим је ту и поменуто мешање реалности и фикције својствено „малом свету“. Резултат је одсуство природне фикције у свету великог и одсуство живота у свету малог.

Вишак информације који настаје синергијом посебно је занимљив феномен. Он настаје слично вишку дејства *олуја* које се роде, разбацају и заврше у пар сати, или могу трајати и трајати попут „Велике црвене пеге“ на Јупитеру, пркосећи начелном минимализму. Шкртарењем емисијама информације настаје и вишак и мањак виталности, као што тежња за што мање дејства рађа и олују и њено смиривање.

Привлачност дефицита информације држи електрон у атому из којег га може избити само извана додат вишак (фотон), али и такав веома селективно. Зато што је информација еквивалентна производу енергије и времена (дејству), а јединице времена у случају атома можемо унифицирати, онда мањак информације интерпретирамо негативним потенцијалом.

Негативна *потенцијална енергија* је привлачнија од позитивне када представља мањак информације, па је тада позитивна потенцијална енергија одбојна. Дубљи узрок овога је, понављам, принцип минимализма информације, једна веома блага, свеприсутна и упорна сила. Са друге стране су разноликост и пробирљивост иманентне свету информација који пркоси првом и подстиче настанак олуја и живота.

Кроз стварања вишка у свеопштој тежњи ка мањку или подметања неистина у бежању од лакших облика истине, привидних дихотомија, фикција и разних других израза принципа информације, тежње природе да не делује док се сва састоји само од дејстава, невероватне су.

3.22 Светлост

Светлост је треперење вакуума. Број титраја у секунди, фреквенције f од 400 до 790 терахерца, чини информацију о боји светлости: од црвене, преко жуте, зелене, плаве до љубичасте. Енергија светлости $E=hf$, па према томе и боја, зависе само од броја осцилација. Планкова универзална константа h је и најмање физичко *дејство*.

Фреквенције изван датог (светлосног) опсега припадају осталим фотонима, најмањим честицама-таласима електромагнетног зрачења. Дејство, производ енергије E и трајања t, еквивалент је информацији, а опције које би фотон могао имати можемо свести на неки средњи број N једнако вероватних исхода, тако да је је логаритам тог броја ($\ln N = kEt$, са константом k) управо *информација фотона*.

Број N, нумерус логаритма, експоненцијална је функција дејства, $N = \exp(kEt)$, а реципрочна вредност је вероватноћа једног од равноправних исхода, $P=\exp(-kEt)$. Ако константа k припада

скупу комплексних бројева, ове вероватноће примају познати облик таласне функције и, штавише, решење су Шредингерове једначине за слободну честицу уопште.

У овом популарном објашњењу намерно не избегавам поменуте „лаке“ формуле због демонстрације једноставности (моје) теорије информације. Иначе, ово је једна од најтежих тема егзактних наука, а сама Шредингерова једначина једно је од два епицентра тачности и тешкоћа интуитивног разумевања квантне физике. У наставку приче је таласна природа честица, интерференција и проблем облика.

Када је поменута константа k комплексан број, горња експоненцијална и логаритамска функција постају периодичне и пренос енергије фотона је талас. Као и водени талас који енергију воде помера хоризонтално, окомито на њене молекуле које се крећу вертикално, фотон је талас вакуума без других веома многобројних опција вакуума.

У званичној физици *интерференција* је појава узајамног утицаја таласа чији резултат може бити њихово појачавање, слабљење или поништавање. То се сматра веома сложеним физичким процесом који се дешава при интеракцији таласа у корелацији или кохеренцији, било зато што долазе из истог извора или због (скоро) исте фреквенције. Интерференцију познају све врсте таласа, светлосни, радио, звучни или на пример таласи водене површине.

За нас овде интерференција је паковање информација више таласа. Прост талас путује хоризонтално одступајући правилно и периодично горе-доле од главног правца попут графа синусоиде. Сложени талас добијен интерференцијом више њих представљала би кривуља чији се делови такође таласају на практично безбројне начине. Поремећаји синусоиде опет су периодични и представљају „отисак прста“ присутних таласа.

Интерференцијом видљиве светлости добија се *бела боја*. Њу је могуће разложити на елементарне пропуштањем кроз Њутнову призму, што је поред осталог и доказ да интерференција не уништава структуру својих компоненти, те да не постоји значајна интеракција фотона. Фотони се међусобно толеришу јер су врста бозона.

Има и другачијих тумачења облика фотона. На пример, фотоне као фелшаве лопте недавно је описао један индијски физичар (Narendra Swarup Agarwal, 2015). Показао је да и оне могу остављати траг сличан синусоиди и опонашају паковање информација интерференцијом. Овде ту различитост тумачења облика, пак, схватамо да за фотоне није битан облик.

Последње схватање можемо извући и из математике. Наиме, безмало било који део произвољне функције може се употребити да би са унапред датом тачношћу конструисали периодични интервал скоро сваке друге функције (Фуријеова трансформација, 1822). То даје могућност представљања „облика“ и фотона на безбројне начине. Другим речима, не сматрам најбољим инсистирање на (јединственом) облику фотона.

Принцип минимализма информације је посебан зачин науци о фотонима. Он налаже да информација настаје када и нестаје, као да не жели да постоји али не може измаћи закону

одржања. Светлост и све друге елементарне информације зато просто речено титрају јер имају неку количину података којих би се радо решиле да могу. Доследно даље, информације се удружују, синхронизују и интерферирају и своје слободе утапају у групу. Тако ће се рецимо електрон, тежећи минимализму, придружити атому и отарасити једног фотона.

Са новим разумевањем фотони су и попут таласа на „мору" вакуума. Они су вишак и поремећај који се креће по „површини" огромне „масе" простора чија „унутрашњост" је прошлост која се стално таложи. Простор је такође информација, па ни свемир ни у која два тренутка није једнак себи, он је увек вест да би могао постојати у „универзуму информација".

Сходно таквој (хипо)тези, честица-талас данас могла би интерферирати са одговарајућим таласом који је јуче прошао истом путањом. Потврду овог чудног закључка можемо тражити у ванвременској природи неких једначина квантне механике, на пример, у израчунавању интерференције фотона са самим собом док он пролази кроз два уска прореза.

Квантна механика тај иначе *Јангов*[124] експеримент (1802) за доказ таласне природе светлости користи и за доказивање таласне природе других честица, а збуњујућу интерференцију изолованог кванта (најмањег пакета таласа вероватноће) са самим собом за сада тумачи само његовим цепањем ради истовременог проласка кроз два отвора и интерференције делова након.

3.23 Гравитација

Основна „сила" теорије информације (коју заступам) долази из начелног минимализма комуникације, из (хипо)тезе да природа преферира мању емисију информације као што радије реализује вероватније исходе случајних догађаја. Тај концепт виђамо свуда.

На пример, он је у својству вести да поновљена бледи или да нас превише информација дезинформише, да се у мноштву податак скрива као игла у пласту сена. Тежња сазнања да се маскира, на свој начин, налази се и у закону великих бројева (ЗВБ) теорије вероватноће. Умањујућа неизвесност већег мноштва такође је смањење слободе праваца кретања честица које се нађу у маси – због већег приоритета центра њима генерисане *гравитационе* силе.

Апстрахујмо ЗВБ од гравитационог поља велике масе (честица материје или енергије) и опет ћемо добити већу извесност. Добићемо мањи доток садашњост и, према „теорији информације", спорији ток времена. Релативно време тече брзином коју дефинише количина реализованих случајних догађаја. Из опште теорије релативности имамо исти закључак о релативном опажању времена уз напомену (раније сам писао опширније) да је дефицит релативног времена у односу на сопствено тачно једнак вишку сопственог присуства у паралелној-реалности.

На другом крају скале, у квантном свету малих величина, неизвесности су таман доминантне да честица нарушава законе (велике) физике; она (привремено) изостаје или се дуплира (истовремено). Њено вишеструко појављивање довољно је учестало да би она сама са собом могла интерферирати пролазећи кроз „двоструки отвор". Сада причам о чувеном Јанговом

[124] Thomas Young (1773-1829), енглески научник.

експерименту (Young's double-slit experiment, 1802) којим је својевремено доказана таласна природа светлости, а који данас збуњује физичаре више него икада.

Фотони (али и друге честице) када се усмеравају појединачно ка застору са два блиска прореза пролазиће као да сами са собом интерферирају и на екрану иза формираће карактеристичне траке *дифракције*. Ову појаву је, верујем (раније сам наводио), уочио *Еверет*[125] (1957) и описивао као интерференцију копија исте честице у *много светова*. Због сличних „копија“ за које је сматрао да настају где год имају неку шансу, он је толико омаловажаван од академске заједнице да је напустио рад у науци.

Пристрасност јединке окружењу могуће је израчунавати скаларним множењем вектора који у квантној механици представљају суперпозиције, вероватноће евентуалних исхода у обзервабле. Компоненте вектора дају расподеле опажања обзервабле (Born's law, 1926) у односу на дате околности (квантни систем), па скаларни производ који никада није већи од производа интензитета самих вектора (Schwarz inequality, 1888) није већи од један. Отуда и тим производима значење вероватноће.

Наиме, вектори квантних стања (честица) представљају расподеле вероватноћа и они су зато јединичне норме (интензитета). Њихови скаларни производи (збир производа одговарајућих парова компоненти) нису већи од производа њихових норми, од један, те имају вредности вероватноћа. Стања се удружују ако су у прилици да вероватноћа њихове спреге буде већа и она тада гравитирају мање информативном.

Претпоставка је да сличан механизам покреће еволуцију живота уопште и посебно да крда чини склоним потчињавању или људе удруживању.

Разне су последице овога, а једна од њих је постојање граница. Гомилање неизвесности увећава број појединих, али смањује њихов значај и утицај. Пораст једних и пад других вредности срећу се у неком екстрему који називамо *оптимумом*.

Оптимално је, рецимо, стање сателита у слободном паду у гравитационом пољу када његови субјекти не осећају вањско привлачење. Ма какво да је гравитационо поље около, унутар сателита у датом тренутку нема га. Може се доказати да је то стање најмањег деловања, јер се сателити крећу геодезијским линијама која су решења Ојлер-Лагранжових једначина. То су трајекторије изведене из принципа најмањег дејства физике из којих је могуће извести и Ајнштајнове опште једначине поља.

Информација је еквивалент дејству и у том смислу се сателити крећу по орбити држећи се горе поменутог начела минимализма комуникације. Стање минималне комуникације стање је минималне емисије информације а оба иду са највероватнијим случајним догађањима и стањем максималне ентропије. Све ове појаве еквивалентне су и међусобно и са *принципом инерције* откриваним од Галилеја (1590), Њутна (1728) и Ајнштајна (1916).

[125] Hugh Everett III (1930-1982), амерички физичар.

Од како заговарам везу између спонтаног раста (генералисане) *ентропије* и привлачне силе гравитације неки ме (добронамерни и остали) исправљају да ентропија јачег гравитацоног поља мора бити већа, јер забога, кажу, оно је зато привлачно, а теби се „поткрала грешка“ у обрнуто тврђење. Помињем ово као један упоран неспоразум.

Највећу релативну (сопствену) ентропију има тело у стању слободног пада када се молекуле гаса у просторији равномерно распоређују. Мања је ентропија тела које стоји на месту испод или изнад орбите, јер се молекуле тада неједнако распоређују, оне ниже су гушће. Тако би то било према *Болцмановом* статистичком тумачењу ентропије (1872), али и *Шеноновом* (1948) где пораст ентропије значи губитак информације.

Дакле, мања је ентропија непокретне тачке у јачем пољу а већа у слабијем и увек је мања од ентропије сателита у орбити (на геодезику). Зато се сателит креће, или поље се креће у односу на сателит. Уопште је највећа ентропија тела у релативном мировању, када му је најмања информација, па оно неће спонтано прећи у стање кретања и отуда *закон инерције*.

3.24 Много светова

Према „теорији неизвесности“ информација и дејство су еквивалентни појмови, па су то комуникација и интеракција такође. Сва реалност састоји се само од информација, а ова од неизвесности, што значи да је спознаја нечега увек могућа, а свега немогућа. Даље следе последице које некоме могу изгледати толико спекулативне да их је боље прећутати.

Кажемо да су примарно реална два субјекта (честице, тела, људи) која могу непосредно комуницирати, а ако постоји трећи са којим могу комуницирати оба, онда су они секундарно реални. Релацију *реалности* постављамо тако да бисмо дискутовали њену транзитивност (ако је A у релацији са B и B је у релацији са C онда је A у релацији са C). Циљ је Еверетов предлог *много светова* квантне механике и „теорија информације“, а ево како.

Рецимо да прихватимо објашњење експеримента *двоструки отвор* помоћу поменутог мултиверзума (егзистенције секундарних реалности које нису примарне) и прихватимо „фантазију“ да у случају два места на којима се честица-талас може наћи она остаје у реалности на једном, а одлази у паралелну (секундарну) реалност на друго. Ако и у „другој“ реалности она има исте изборе, постоји шанса да се иста честица опет појави у примарној реалности, сада као дупла. У *Еверетово* време (1957) овакве идеје биле су сулуде.

Данас из експеримената знамо за двострука појављивања исте честице-таласа, те ово објашњење њене интерференције са самом собом вреди разматрања. Неизвесност је толико доминантна у „малом свету“ да је тамо поменути опис значајнији, да је појам реалног релативан, а питање је сада можемо ли такав опис некако увести и тестирати у „великом свету“ физике?

Свако тело је неко мноштво честица и његов део увек комуницира са паралелном реалношћу. Да ствари поједноставимо говорићемо о некој средњој вредности броја честица тела у датој ситуацији под којом подразумевамо како саме честице тако и њихове положаје и тренутак. Попут

рецимо просека тежине групе особа чију вредност нема нити једно од присутних, ми ту замишљену просечну вредност можемо употребљавати у одговарајућем рачуну.

Нека је прво тело које посматрамо у близини, на удаљености r од, неког другог знатно већег тела масе M, а ми смо далеки релативни посматрачи. Кажемо да смо ван система два тела. Према горњој дефиницији реалности, све честице првог тела реалне су са сопственим, али нису обавезно реалне са релативним. Онај део првог тела који није део реалности трећег, дефицит релативне реалности првог тела, пропорционалан је укупној маси два тела (приближно M). Томе је пропорционалан и дефицит релативног броја догађаја који се (првом) телу дешава. Подсећам, простор, време и материја су саме информације.

У *теорији информације* број случајних догађаја дефинише време. Сопствено протекло време нека је t а њему одговарајуће релативно опажено означимо са t'. Дефицит релативног времена пропорционалан је укупној маси два тела, $t'-t = t'kM$, где је коефицијент k неки веома мали број који опада са удаљеношћу r. Отуда израчунавамо дилатацију (успоравање) релативног времена, $t' = t/(1-kM)$. Овако писан резултат можемо упоређивати са познатим из опште теорије релативности.

У *Ајнштајновим* општим једначинама поља, $G_{ij} = T_{ij}$, лево је тензор геометрије простор-времена, десно енергије, а индекси i и j узимају вредности сваки по три просторне и једне временске координате. *Шварцшилдово*[126] решење ових једначина важи за слаба централно симетрична гравитациона поља каква су Месечево, Земљино или Сунчево. Оно се приближно (веома тачно) поклапа са Њутновом гравитацијом, али га уобичајено представљамо помоћу интервала простор-времена израженог коефицијентима g_{ij}, тзв. *метричког тензора*.

Када радимо са ортогоналним (окомитим) координатама у сферном систему, од 4 x 4 = 16 могућих коефицијената метричког тензора, свих 12 са различитим индексима су нуле, а преостала четири дефинишу Ајнштајнову *Питагорину теорему*, тј. квадрат дужине „дијагонале“ изражен збиром квадрата „катета“ 4-Д простор-времена гравитације. Посебно „временски коефицијент“, g_{44}, који стоји уз квадрат временске координате поменутог интервала, а који је већи од један, изражава (успорену) брзину тока времена тела у гравитационом пољу.

Занимљиво је да тај коефицијент одговара и горњем резултату за дилатацију релативног времена предвиђаном на основу Еверетове идеје „много светова“, те да су успоравање времена које произилази из претпостављених паралелних реалности и (хипо)теза да је проток времена сразмеран броју реализација случајних догађаја, ипак сагласни и са теоријом релативности.

У овом редоследу излагања тражена је потврда идеје паралелних реалности у Ајнштајновим општим једначинама, иначе заснованим на (Галилејевом, Њутновом, а онда и Ајнштајновом) принципу инерције. Али, ако једном прихватимо поставке „теорије информације“ из њих ћемо на

[126] Karl Schwarzschild (1873-1916), немачки физичар.

описани начин изводити Ајнштајнове једначине, тада необавезно помињући инерцију. Принцип инерције остаће посебан случај принципа (минимализма) информације.

Коефицијент метрике простор-времена, g_{44}, иначе говори о релативном протицању времена. Сам је Ајнштајн знао рећи да гравитација вуче тела ка споријем времену, а сада додајемо, јер је мањак информације привлачан.

3.25 Меморија простора

Простор памти. Он је магацин прошлости коју видимо са светлошћу и другим честицама из далеких звезда, у удаљавању галаксија из којег читамо старост васионе, у наслагама „сећања“ у односу на које се убрзава вода у лавору док се окреће и просипа, затим можда и у траговима те меморије које називамо *тамном материјом*.

Светлосна година је пут који светлост пређе за годину дана брзином око триста хиљада километара у секунди. Најближе звезде Земљи су три у систему Алфа Кентаури удаљене од нас мало више од четири светлосне године. Оне су нам најближе осим Сунца које је од Земље удаљено скоро 150 милиона километара, стохиљадитом делу светлосне године.

Пречник *галаксије* „Млечни пут“ (енг. Milky Way) износи 100-180 хиљада светлосних година. Ту је наш сунчев систем са још можда до 400 милијарди других звезда. Млечни пут је део локалне групе од 54 правих и патуљастих галаксија, формације која се назива „Девичанска супергрупа“ (Virgo Supercluster) пречника већег од 110 милиона светлосних година. Процењује се да у видљивој васиони постоји бар 200 милијарди галаксија, а најудаљенија до данас откривена је галаксија MACS0647-JD, на око 13,3 милијарди светлосних година од Земље.

Удаљености између самих галаксија, мегагалаксија и квазара су много веће од међузвезданих, оне се крећу у границама од неколико стотина хиљада до више милиона светлосних година. Те удаљености нису сталне и просечно непрестано расту током времена, па претпостављамо да се свемир стално шири, а онда израчунавамо да је његово ширење почело пре око 13,8 милијарди година са „великим праском“ (Big Bang).

Електромагнетне таласе, који из дубине свемира хиљадама година путују до нас брзином светлости, астрономи читају помоћу Доплеровог ефекта и других закона физике. Они сведоче о древним местима са којих су кренули са чиме наука увек има неких нових дилема. На пример, опажено брже удаљавање даљих галаксија могло би значити њихово брже кретање у прошлости и убрзавање ширења свемира, заједно са успоравањем времена садашњости.

Из (моје) „теорије информације“ је хипотеза да би опажено ширење простора могло бити последицом *памћења простора*. Током кретања честица комуницира са простором. Она заробљена начелом конзервације и минимализма траје и покушава да нестане, а зато што је све што се догађа информација, такве су и њено трајање и њена историја. Како елементарна честица не „расте“, не гомила информацију у себи, настали вишкови остају успут.

То је наводни информатички приступ. Други начин да се приђе овом питању је математика квантне механике. Хилбертови вектори су квантна стања, дакле честице. Али вектори (дуални првима) су и оператори над њима. То значи и процеси су „честице“ (дуалне првима) и као такви записани су у простор-времену. За процесе такође важе закони одржања који доводе до онога што сада називамо памћењем простор-времена.

Да ствар постане интригантнија ту је и теорија релативности чије опште Ајнштајнове једначине можемо формално једнако добити узимајући по четири од шест координата простор-времена васионе. Три димензије су тада „просторне“, а четврта „временска“ – чију координату множимо још и имагинарном јединицом. Такав модел са промењљивима изведеним из три Паулијеве матрице другог реда (корени јединичне) и три кватерниона (корени минус јединичне) већ имамо. А то је трећи начин за закључак о простору који памти.

На питање како „теорија информације“ објашњава појаву вишка информације настајањем историје честица наизглед из ничега, с обзиром на закон одржања, могућ одговор је у успоравању времена. Јединице времена данашње садашњости у односу на јучерашњу све су дуже, јер је све мање догађаја, а њих је мање јер је све мање супстанце у односу на простор. Све је мање информације супстанце, јер ентропија супстанце спонтано расте, а са растом ентропије опада информација. Не бих детаље овога сада понављао.

Све даље од нас галаксије у просеку удаљавају се све брже, до оних са руба видљивог свемира које би требале бежати брзином светлости. Али постепено превазилажење те брзине немогуће је, па ћемо стално виђати низ све даљих галаксија и наизглед опадање густине свемира. У односу на прошлост, успорава нам се време, смањују јединице дужина и расту релативне масе. Садашњост се понаша као да улази у неко све јаче гравитационо поље. То опет повезује горња три тумачења.

О ефектима спуштања тела у (стварну) јачу гравитацију, релативно у односу на удаљеног посматрача, говоре исте Ајнштајнове једначине поља. Оне се пишу у 4-Д координатама простор-времена и односе се једнако на далека места као и на далеку прошлост. Међутим, за време t, растојање по четвртој координати је ct, где је c брзина светлости у вакууму, а квадрат тог „растојања“ огроман је број, па су гравитациони утицаји кроз „историју“ занемарљиви у односу на оне унутар садашњости.

Теорија информације сугерише нам (да је и) како је информација дводимензионална. Као када долази из далеке садашњости, она преноси силу из прошлости на сферама *виртуелних бозона* чије површине расту са квадратом полупречника сфере, а са том површином опадају амплитуде и вероватноће преноса, односно шансе интеракције са датим догађајем садашњости. Отуда опадање силе са квадратом „удаљености“, али значајно брже временске него просторне. При томе треба разликовати деловање гравитационих виртуелних сфера које се шире у више димензија од рецимо електромагнетних, због којих је поље првих слабије.

Значајније опадање информације преносом кроз историју него кроз садашњост може се тумачити и губицима шумом канала. Нека то буде следећа тема, уз само напомену овде да различита тумачења исте стварности математици нису страна. Познато нам је да постоји више од 620 битно

различитих доказа Питагорине теореме и да то не значи да методе, или области из којих ти докази долазе стоје у противречности.

3.26 Шум канала

Важно практично питање информатике које се поставља приликом дизајнирања или коришћења система за пренос или обраду података јесте који је капацитет датог система, односно колико информације он може пренети у датом времену?

Шенонова теорема (1948) каже да је *капацитет канала* (енг. channel capacity) $C = B\log_2(1 + S/N)$, у битима када је логаритам базе два. Ово B (band) јесте опсег фреквенција за пренос сигнала у херцима, S (signal) и N (noise) јесу просечна снага сигнала и адитивни бели нормални (Гаусов) *шум*, бука у ватима. Однос сигнала и буке обично се даје у децибелима. Капацитет је највећа горња граница преноса.

На пример, типична телефонска линија са односом сигнала и буке $S/N = 30$ dB и опсегом $B = 3$ kHz има (максимални) капацитет мало мањи од $C = 30$ kbps (килобита у секунди). Сателитски ТВ канал са односом сигнала и буке 20 dB и опсегом 10 MHz има капацитет 66 Mbps (мегабита у секунди).

Количник капацитета и опсега који нас подсећа на количник тежине и запремине због чега га можемо називати специфичном тежином информације преноса, заправо је сличнији количнику топлоте и температуре и тиме *ентропији*. Већем порасту ентропије термодинамичког система одговара већи губитак информације, тако да C/B можемо сматрати „губитком“ информације одашиљача.

Ентропија у експоненту, $\exp(C/B)$, је број неких једнако вероватних опција. Када од тог броја одузмемо јединицу добијамо број могућности Бозе-Ајнштајнове расподеле, $\exp(C/B) - 1 = S/N$. Реципрочна вредност броја могућности, N/S, вероватноћа је која описује статистичко понашање, овде бозона, једне од две врсте елементарних честица карактеристичних по томе што се на ниским температурама могу у неограниченом броју наћи у истом стању енергије, у појави која се назива *кондензација*. Из поменуте Шенонове једначине, дакле, налазимо да однос шума и сигнала одговара Бозе-Ајнштајновој расподели.

Описао сам једноставан рачун који би се могао појављивати и у уџбеницима физике (не још увек), али оно што следи дубље је. Добили смо да је шум пропорционалан вероватноћи бозона. Отуда први закључак да мању неизвесност места има већа вероватноћа (налажења) бозона. Због мање информације она су зато привлачнија. Други закључак биће да на тим местима време протиче спорије.

Оба ова извода припадају „теорији информације“. Први долази из њеног начелног минимализма, а други из схватања да садашњост, дакле време, настаје реализацијом случајних догађаја. Први зато што природне појаве беже од информација, а други зато што се природне појаве састоје само од информација. Сада налазимо како се бозонима трасира вероватноћа простора.

Прилику за проверавање нових ставова имамо са општим једначинама релативности. То су Ајнштајнове једнакости тензора 4-Д геометрије простор-времена и енергије. Иницијално те енергије даје маса, коначно необавезна, коју сматрамо узроком гравитационог поља. Оно што се сада испоставља важним јесу количине бозона које простор чини вероватнијим а време споријим. Већа концентрација бозона даје гушће поље, кажемо јачу гравитациону силу (спорији ток времена гравитационо је привлачан).

У том смислу слагање Шенонове теореме о шуму канала са Ајнштајновим једначинама постаје неочекивано једноставно и добро када приметимо да информација може бити потенцијална (као шест могућности пре бацања коцке) и актуелна (један једини исход након). Бозони уопште аналогни су потенцијалним информацијама, али они сами могу се делити на виртуелне и реалне, опет на (нове врсте) потенцијалних и изведених. Примери таквих су фотони (електромагнетно зрачење) којима комуницирају електрони (в. Фајнманове дијаграме).

Другачије примере у вези са горњим ставовима наћи ћемо у савременој *космологији*. Свемир се шири тако да све даље галаксије одлазе од нас (у просеку) све брже. Оне убрзавају ка рубу видљиве васионе, ка *хоризонту догађаја* свемира, најдаљој сфери од нас унутар које се налази све што можемо видети, а која од нас бежи брзином светлости. Тај је процес дирингован топљењем супстанце у простор, док се садашњост развлачи и разређује стално нестајући у све дебљим талозима прошлости.

Иако се галаксије убрзавају од нас оне остају видљиве, јер не достижу брзину светлости. Сав тај процес личи на посматрање са сигурне удаљености неког тела које пада у црну рупу. Оно не нарушава законе физике (рецимо одржања енергије, импулса, информације), али му релативна маса расте, јединице дужине се скраћују у правцу центра гравитације, време успорава ка заустављању.

Колико год то тело гледали оно не стиже до хоризонта догађаја црне рупе, сфере која је окружује и, што се нас тиче, на којој време стоји. Тело се постепено навлачи око сфере попут плашта остајући само дводимензионална информација.

Са становишта онога који пропада, пре него што достигне хоризонт догађаја црне рупе, време нас из вањског света изгледа му све брже а радијалне удаљености веће. Ми за тело које пропада у црну рупу постајемо све више убрзане појаве, као што галаксије изгледају нама.

3.27 Гравитон

Класична физика познаје четири основне силе у природи – јаку и слабу нуклеарну, електромагнетну и гравитациону.

За сваку од њих постоје посебне честице које су носиоци поља силе. Оне су *бозони*, једна од две врсте елементарних честица карактеристичних по целобројном спину (унутрашњем импулсу), за разлику од друге врсте са половичним спином на које те силе делују и које се називају фермиони. Хигсово поље и по њему назван бозон признати су недавно (Церн, 2012).

Носиоци гравитационе силе су *гравитони*, електромагнетне фотони (електромагнетни таласи и светлост), слабе силе – две врсте W (енг. Weak) бозона са супротним електричним набојима и неутралним Z бозонима (енг. Zero electric charge), те осам врста глуона посредника јаке интеракције кваркова. За разлику од фотона и глуона, бозони слабе силе имају масу.

Постојање глуона експериментално је потврђивано од 1979. године у Хамбургу у Немачкој, а бозона W и Z годину дана пре тога када је обједињена слаба и електромагнетна интеракција. За фотоне знамо одавно, а гравитони до данас нису издвојени у лабораторији.

Електромагнетна сила између електрона и протона у атому водоника је 10^{39} пута већа од гравитационе између њих. Тај незамисливо велики декадни број писан са 39 нула иза јединице сматра се разлогом тежине доказа гравитона експериментом. Упркос томе, из познатих једначина гравитације ми са великом извесношћу познајемо гравитоне. Они путују брзином светлости и немају масу, или су близу томе.

Квантна физика разликује виртуелне од реалних бозона. Додатак моје теорије био би да се виртуелни фотони шире у облику концентричних сфера око електричног набоја (електрона), а не линеарно, пре свега зато што су они носиоци дводимензионалне информације, а онда и због површине сфере која расте са квадратом полупречника са којим опадају њена амплитуда и вероватноћа интеракције, те Кулонова сила. При томе таласна дужина виртуелне сфере не мења се као и евентуално испоручени импулс. Реални фотони путују у равнима поларизације.

Основна је претпоставка да аналогно важи за гравитоне. Фотон мора имати нулту масу мировања управо због квадратног опадања силе, које је веома прецизно проверено (Williams, Faller, Hill: Experimental Test of Coulomb's Law, 1971), због чега се мора кретати брзином светлости. То је онда особина и гравитона слабе гравитације (Сунца), а нека остане отворено питање до када су они виртуелни. Спин фотона је (плус-минус) један, гравитона је два.

Компликовано је објаснити зашто спин гравитона мора бити баш два. Укратко, то долази из метрике, симетричног 2-тензора гравитационог поља који је коваријантан, локалан и тангентно на тачку простора Минковског представља Поенкарову групу. Одатле маса 0 и хелицитет 2. Детаље о томе нађите, на пример, у прилогу: Phys.Rev. 138 (1965), B988-B1002.

Обзиром на закон одржања укупног спина, посебно гравитона 2 и електрона ½ и да су оне елементарне честице, намеће се необично запажање да такве две не интерагују непосредно. Ако уопште размењује спин, гравитон делује тек на мноштво честица као на водени талас, на посебан ентитет у окомитом кретању воде на вертикалнио кретање њених молекула.

Као на додатну информацију детета на љуљашци у парку, на синергију простог збира информација детета, љуљашке и парка, гравитација делује на апстраховане вишкове из честица материје. У том смислу гравитони су суптилнији комуникатори од фотона и њихов број (унутар видљиве васионе) могао би бити сразмеран укупној информацији тих њених делова. Такав резултат у бити не би био различит од једног недавно добијеног (Ioannis Haranas i Gkigkitzis , 2014) израчунавањем информације према холографском принципу.

За разлику од електромагнетних поља за које важи закон одржања енергије, из гравитације енергија негде цури. Први је то јавно изрекао совјетски физичар Лав Ландау, а и Ајнштајну је било познато, јер паралелним померањем (транслацијом) вектора по затвореној линији закривљеног простора почетна и завршна позиција вектора имаће различите правце, што указује на присуство (гравитационе) силе и промену импулса, енергије а сада и информације.

У „теорији информације“ гравитационо поље 3+1 смештамо у 3+3 димензионално простор-време, па поменути „одлазак“ енергије добија физички смисао. Гравитација је зато много слабија од електромагнетизма, јер се расипа на додатне димензије простор-времена. Теорија струна такође предвиђа додатне димензије, али као микроскопске обиме цилиндричних нити видљивог простора, док овде говоримо о већим ширинама времена.

За разлику од простора нити, према теорији струна, чије дебљине не видимо јер су мале, у „теорији информације“ додатне димензије времена су велике, али опет их не видимо јер нам фотони (којима гледамо) не долазе отуда. Када бисмо гледали гравитонима уместо фотонима, видели бисмо и те димензије?

Информација гравитона такође је дводимензионална и шири се на површинама сфера, али у више димензија од виртуелних фотона. Као једнодимензионалне велике кружнице на површини сфере којих треба много да покрију целу сферу, ове дводимензионалне сфере покривају само парчиће 6-Д просторвремена, а тај дефицит покривања говори о слабијој снази гравитације у односу на Кулонову силу.

3.28 Ауторитет

Ауторитет је право давања наредби, доношења одлука и изнуде послушности, то је и особа или организација која има политичку или административну моћ и контролу. Формално, у перцепцијама јединке ауторитет се појављује као низ (вредности) ограничења на одговарајуће могућности обзиром на њене способности манипулације.

Сваком догађају који субјекту ствара неку ситуацију, проблем, придружујемо неке вредности личне способности и објективних ограничења. Уређен низ способности назовимо *интелигенцијом* субјекта, а одговарајући низ ограничења *хијерархијом* околине. Производ појединe способности са припадним ограничењем јесте *слобода*. Збир слобода је „информација перцепције“. Општијим третирањем ови појмови добијају шире примене.

Када је збир слобода интерпретација скаларног производа вектора (низова) интелигенције и хијерархије добијамо на конзистентности. Упоређен са *Ремзијевом*[127] теоремом, која каже да нема апсолутног нереда (у низу насумичних речи кад-тад појавиће се смислена реченица, на небу облака појавиће се унапред замишљени лик), овај производ казује да не постоји нулта хијерархија. Са раније претпостављеном објективношћу неких случајности „теорије информације“ даље следи да сваки субјект има неку ненулту количину опција.

[127] Frank Ramsey (1903-1930), британски математичар.

У условима (приближно) константне информације перцепције, привремено ограничавање вањских перцепција резултираће повећањем унутрашњих (ефекат монаха), а ограничавање унутрашњих већим вањским (ослушкивање), док ће трајно стање дефицита „хијерархије“ подстаћи пораст „интелигенције“, а суфицит првог опадање другог. Примери су и (можда незнатно) већа интелигенција старијег брата или когнитивно заостајање деце уз одрастање поред интелигентних помагала.

Већа информација перцепције значи већу *животност*, јаче супротстављање тежим препрекама, попут одважног прелажења реке Рубикон од стране Цезара упркос забрани Сената, а мања склоност препуштања судбини као кладића пуштеног низ воду. Уз већу информацију (дејство) иде већа агресивност, а са мањом пасивност; најмању имају проста физичка тела за које важи принцип најмањег дејства.

Субјект је утолико способнији да реши ситуацију уколико препреку учини мањом, али то мало утиче на промену његове укупне слободе. У крајњем случају, *неограничена способност* ишла би са одсуством забрана и не би припадала „универзуму информација“, таквом субјекту ништа не би било непознато.

Информација перцепције је инертна величина, као да је сама себи непријатељ. Са мањком недовољно смо информисани, а са вишком постајемо дезинформисани. Њени оптимуми споро се мењају, па смо у стању безнађа склонији измишљању фантомских опажања и приклањању ауторитету, а у условима самопоуздања други ће нам теже подваљивати. Учесници који су неуспешно решавали задатке лакше ће виђати ликове којих нема, тражиће утеху којекуда, за разлику од оних враћеног самопоуздања. Зато је религија јача међу сиромашним и обесправљеним, а њен утицај слаби са растом ауторитета правне државе.

Важно својство наводног производа низова је Шварцова неједнакост: тај интензитет мањи је или једнак производу „интензитета“ појединих низова. Ове интензитете теорија вектора дефинише доследно и веома универзално за различите примене (познаваоцима алгебре). Они су пресудни у квантној физици. Рецимо само да скаларни производ има вредности вероватноће (број од нула до један), ако су вектори које множимо расподеле вероватноћа (вредности вероватноћа исхода комплетног скупа одвојених исхода).

На пример, нека имамо два фалш новчића са вероватноћама падања писма и главе 0,4 и 0,6, односно 0,3 и 0,7, са скаларним производом 0,4 x 0,3 + 0,6 x 0,7 = 0,54. Тај производ је већи када су оба низа растући, што значи бољу „усклађеност“ два вектора, више геометријски речено – њихову већу паралелност. То нас наводи на претпоставку да се у квантној механици усклађена стања (честице, репрезентације вектора) лакше удружују, јер чине вероватније догађаје.

Отуда би се електрон спуштао на нижу љуску атома ослобађајући енергију (фотон) зато што атом и електрон чине вероватнију спрегу. Они имају већу вредност скаларног производа својих суперпозиција. На познато запажање физике да ће електрон изаћи из атома уз додатак енергије, сада надовезујемо да његово мање дејство (производа енергије и времена) унутар атома долази од мањка информације.

Принцип минимализма информације је на делу сваки пут када радимо са физичким потенцијалима, јер информација одговара дејству. Међутим, информација је појам шири од четири основне силе физике и исти механизам налазимо, на пример, у удруживању људи у групе, или у привржености субјекта ауторитету. Ауторитет је тада вектор (околина) са којим би дати вектор (субјект) био боље усклађен. Поређења ради, у случају неодређености импулса и положаја честице ауторитет је положај.

Није погрешно рећи да је ауторитет нешто попут хране, воде или ваздуха људима, лош и у мањку и у вишку. Видљиво је да деца воле добронамеран ауторитет и да поред таквога, рецимо, опада вршњачко насиље, као и злочин унутар дисциплиноване војске упркос поседовања оружја. У том тумачењу, размажена као и напуштена деца показују знаке одрастања уз мањак ауторитета.

Једнакост генерише сукобе на начин да такмичења спортиста у фер условима постају жешћа, па и прокламовање појединих врста једнакости (верника, каста, радника, тржишних услова) подстиче настанак диктатура инквизиције, Наполеона, комунистичких лидера, или олигархија либерализма. Познато је да расподеле једнаких вероватноћа имају максималну Шенонову информацију, а томе сада додајемо само да то води тежњи природе ка „ауторитетима“.

3.29 Прекретница

Нагињемо сандук да га преврнемо до неког угла након чега се он преврће сам. *Тачка преокрета* је прелазак тежишта сандука (пресек великих дијагонала) преко вертикале над осом обртања – доњом ивицом стране на коју сандук пада.

Знамо да ће се пре превалити пуна чаша од празне, она чијем тежишту треба мањи пут до прекретнице. Неповратну тачку имају и сплав на реци који се приближава водопаду, окидач на пушци пре испаљења метка, различито подешени хронометри причвршћени на дасци која се може слободно кретати по хоризонталној подлози спонтано ће се усклађивати и на крају синхронизовати.

Неповратно стање је понекад и „покрет крила лептира у Мексику који ће изазвати олују у Тексасу“. Цитирам „ефекат лептира“ теорије детерминистичког хаоса чији је оснивач амерички математичар *Лоренз* (Edward Norton Lorenz, 1917-2008) и који је рекао да је стање хаоса када садашњост одређује будућност, али приближна садашњост не одређује приближну будућност.

Новинар Малколм *Гледвел* је написао занимљиву књигу „Тачка преокрета“ (Malcolm Gladwell, The Tipping Point, 2000) у којој је тражио критичан моменат, окидач или тачку кључања, како он каже, која покреће *друштвену епидемију*. Описао је познати догађај америчке историје 18. маја 1775. године, када су Пол Ревер и Вилијам Довс одлучили пренети гласине о могућем нападу Енглеза мештанима околине Бостона кренувши на супротне стране.

Први је у преношењу вести био веома успешан и напад Британаца 19. маја на Лексингтон наишао је на организован и жесток отпор и доживео тежак пораз. Други узбуњивач није успео. Анализирајући овај догађај аутор истиче три важне карактеристике особе која покреће „епидемију“ усмене предаје.

Повезником он назива изузетног појединца који је негде око нас и можда га нисмо свесни, али који има велики број познаника. Захваљујући таквима поруке (слободном) мрежом између два места стижу у пет до шест примопредаја. Повезници су људи који познају све и свакога. У теорији таквих мрежа, додајем, они су малобројни чворови, концентратори, са много конекција, наспрам осталих многобројних чворова са мало њих.

Другу важну карактеристику, сматра аутор, има зналац (енг. maven). Тако он назива необичну особу која у датим околностима прикупља битна знања и има податке о различитим потребним стварима, воли о томе да расправља и да буде људима на услузи. Трећу пресудну особину имају особе које Гледвел назива трговцима. То су људи са посебним способностима да нас увере у нешто када смо неодлучни и неповерљиви. Ситуација која у особи уједињује поменуте особине (повезника, зналца и трговца) може је учинити покретачем „друштвене епидемије“.

Свака од три особине је нека слика *слободних мрежа*, формално гледајући, названа по слободним, равноправним конекцијама својих чворова. Објашњавао сам како једнакост вероватноћа повезивања у изградњи ових мрежа доводи до издвајања ретких концентратора, попут људи који на слободном тржишту стичу несразмерно велика богатства, или владара који се у условима равноправности издвајају са већом моћи. Њихова појава последица је закона вероватноће, или принципа (минимализма) информације, а ако хоћете и природе која не воли једнакост, јер је њена суштина различитост, јединственост појединца.

У том моделу, када једнакост ствара неједнакост издвајајући концентраторе, може се наслутити потреба за равноправношћу да би се постигла јединственост. Дубље гледајући то је генератор који из формално једнаких законитости производи јединствене пахуље снега, листове дрвећа, особе. Отуда тражећи даље наћи ћемо и апстрактну универзалност математике.

Међутим, не идемо овде тако далеко. Једнако је фантастична акумулација дејства (информације) која под благом принудом принципа минимализма ствара вишкове и живот. И са тиме ћу заокружити ову причу. Да нисмо сведоци ерупција гејзира и вулкана на планетама притиснутима такође благом и универзалном принудом гравитације, тешко бисмо поверовали да свеприсутна тежња за мање може произвести више.

Када приметимо да начелни минимализам информације подржава издвајање живог бића из неживог, створења са већим могућностима бирања у условима тежње за што мањим, онда до налаза једног важног примера поменутог дуализма једнакости и јединствености нисмо далеко. Живо биће пролази кроз сличне фазе младости, зрелости и старости кроз које пролази олуја настала и вођена „принципом најмањег дејства“, познате свеприсутне „силе“ физике.

Аналогне фазе пролази и нарочито удружење живих бића, које исто можемо назвати живим. У раној фази јединке таквог друштва су једнообразне (стем ћелије) које се временом специјализују за различите послове у служби хијерархије. Оне на тај начин предају сопствене вишкове „могућности бирања“ (информације) организацији, поред тога настојећи да еволуирају у све ефикасније жртвујући дужину живота, памет или репродуктивност.

Тежња ка смањивању информације постоји и у демонизму, обожавању смрти, као и у жељи за редом и сигурности. Друге емоције само се шверцују, каче за овај фундаментални процес принципа информације користећи га, као што хидроцентралама ми искориштавамо гравитациону силу да бисмо добили електричну енергију.

Обоје, живот и смрт, настају у „тачкама преокрета“ и као што жена не може бити половично трудна, тако се мртви не враћају у живе. Укратко, ово би био увод у један занимљив заплет.

3.30 Одложена гравитација

Када дефинишемо информацију као количину опција и као неизбежан део било којег физичког феномена, добијамо занимљиву теорију информације. У њој ће се тамна материја и тамна енергија, које космологија данас препознаје у ,,грешкама`` ротације галаксија и у њиховом необјашњивом све бржем дистанцирању, лако објаснити готово секундарно и на начин као да су за науку толико тривијалне да су малтене незанимљиве појаве[128].

3.30.1 Комуникација

Простор, време и материја састоје се само од информација. То је полазиште моје *теорије информације*. Њега прате закони очувања информације [1], шкртарење њоме, односно њен минимализам [2] и дејство – описиване у књигама наведеним на крају и у овој.

Укратко, информација је количина података која траје – иначе не бисмо имали експерименталне доказе. Иако се све у природи састоји од информација, природа економише са њима. Зато нам је лакше кодирати него декодирати, лакше се шире лажи од истине. Тела се привлаче тежећи вероватнијем стању, стању мање информативном. Информација је сва у количини несигурности и зато се њене почетне вредности троше чим се објаве. Размењују се интеракцијом, јер је интеракција (такође) комуникација.

Субјекти (честице) стога комуницирају јер немају све, а не могу имати све јер тада не би били објекти *универзума информације*. Због тога се простор непрестано мења, а његове промене су у ,,ширини`` и ,,дебљини``. Прилика за промену простора представља кретање елементарне честице чије трајање формира сопствену биографију објекта који не расте, већ оставља своју историју у простору којим пролази.

Растућа дебљина простора садржи сећања на супстанцу која се некада кретала кроз њега, али сећања простора такође су информације и радње за садашњост. Повећавање утицаја прошлости тачно је једнако смањењу информација садашњости, друго у складу са принципом минимализма (штедљивост природе са информацијама) и законом очувања. Ширине свемира очигледно расту испред телескопа астронома, али остале појаве везане за те (ширине и дебљине) тешка су искушења космолозима, једна као тамна енергија, а други као тамна материја.

[128] мој чланак ,,Delayed Gravity’’ у ,,academia.edu’’, 25. августа 2020.

3.30.2 Ентропија

Ентропија} (S) у Болцмановом смислу (1872) је логаритам највероватније, у датим условима, могуће дистрибуције гаса. Лако је доказати да је то уједначена дистрибуција молекула, таква да су растојања између њих приближно једнака, према формули

$$S = k_B \ln W ,$$

где је $k_B = 1{,}38065 \times 10^{-23}$ J/K Болцманова константа, а W број стварних микростања који одговарају макростању гаса. Укратко, Болцманнова формула показује однос између ентропије и броја начина на који могу бити уређени атоми или молекули термодинамичког система.

Стога је пораст ентропије еквивалентан смањењу информације (Шенон, 1948), сада рецимо за износ за који униформно распоређена маса постаје безлична, аморфна, попут војника на паради. Спонтани раст ентропије последица је принципијелне штедње природе са информацијама, а *генералисана ентропија* односила би се на сваки спонтани губитак информације.

,,Генералисана ентропија`` се своди на супстанцу ван самог простора. Са таквом, додатном интерпретацијом спонтани раст ентропије васионе постаје ,,топљење`` физичке твари и повећање простора. Укупне информације о простору, времену и материји остају непромењене јер се прошлост повећава – смањење информације садашњости компензирано је дотоком из све веће прошлости.

Укратко, простор се шири, ентропија материје се повећава, његова укупна информација се смањује јер се депонује у прошлост, у (све већи) простор одакле делује на садашњост у износу тачно једнаком губитку информација садашњости.

3.30.3 Димензије

Због претпостављене објективне непредвидиве природе опција којима дефинишемо информације, у „информационом универзуму“ има нереализованих. Таква сложена „садашњост“ постаје Еверетових (1957) *много светова* квантне механике за чије чување историје су потребне три координатне осе времена, обзиром на три координатне осе простора и могућност постојања несигурности дуж сваке од њих.

Пронашао сам различите доказе шест-димензионалног простор-времена у оквиру теорије информације. Уз три познате просторне димензије (дужина, ширина и висина) иду три временске, или утолико већи број „временских“ димензија иде са више „просторних“ снабдевеним случајностима. Можете их пронаћи и у поменутим књигама[129], или у мојим другим текстовима, тако да прескачем тај део. Приметите да овде радимо са додатним временским димензијама, за разлику од, рецимо, *теорије струна* где се говори само о додатним димензијама простора.

[129] в. овде 2.13 Простор и време

Део који не бисте требали прескочити је матрична једначина $\hat{\sigma}^2 = \hat{I}$ чији су корени *Паулијеве матрице*[130] $\hat{\sigma}_x$, $\hat{\sigma}_y$ и $\hat{\sigma}_z$, редом:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix},$$

или $\hat{q}^2 = -\hat{I}$, чији су корени *кватерниони* $\hat{q}_x$, $\hat{q}_y$ и $\hat{q}_z$, редом:

$$\begin{pmatrix} 0 & i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} i & 0 \\ 0 & -i \end{pmatrix}.$$

Три матрице $\hat{\sigma}$ и три матрице $\hat{q}$, овде другог реда, могу представљати скаларе у векторском простору, јер множење скалара не мора бити комутативно.

Наиме, *векторски простор* на телу Φ назива се адитивна комутативна група X елемената x у којој је множење са елементима из Φ дефинисано тако да за сваки пар $x \in X$ и $\lambda \in \Phi$ постоји $\lambda x \in X$. Притом, за све $\alpha, \beta \in \Phi$ и $x, y \in X$ важи:

1. $\alpha(x + y) = \alpha x + \alpha y,$
2. $(\alpha + \beta)x = \alpha x + \beta x,$
3. $\alpha(\beta x) = (\alpha\beta)x,$
4. $1 \cdot x = x.$

Елементе векторског простора називамо *векторима*. Тело Φ над којим је векторски простор X назива се скаларно тело јер се његови елементи називају *скалари*.

Ово отвара могућност у *Клајн-Гордоновој једначини* да се изаберу неких других четири од шест координата, за 4-Д из 6-Д простора-времена. Клајн-Гордонова једначина са параметром масе m је

$$\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\psi - \nabla^2\psi + \frac{m^2c^2}{\hbar^2}\psi = 0,$$

где је приближно c = 300 000 km/s брзина светлости, а $\hbar$ Планкова редукована константа. Комплексно вреднована функција $\psi = \psi(\mathbf{x}, t)$ има просторне промењљиве $\mathbf{x} = (x_1, x_2, x_3)$ и временску промењљиву t, а Лапласијан $\nabla^2 = \partial_1^2 + \partial_2^2 + \partial_3^2$ делује само на промењљиве простора. Супституцијом $x_4 = ict$, са $i^2 = -1$ и $\mu = mc/\hbar$, ова једначина постаје

$$(\partial_1^2 + \partial_2^2 + \partial_3^2 + \partial_4^2 - \mu^2)\psi = 0,$$

[130] в. 2.4.6 Поопштавање, књига [3]

у природним јединицама.

Ајнштајнове једначине опште релативности такође имају ову симетрију просторних и временских координата, што је лако проверити. Због разумевања времена као организације прошлих догађаја, овој симетрији можемо додати одговарајуће разумевање простора. Откривамо и да се ефекат гравитације протеже кроз свих шест димензија простор-времена, при чему временска координата садржи веома велики број (брзину светлости) чији је квадрат незамисливо велик број, па је деловање гравитације кроз прошлост пригушено у односу на деловање кроз садашњост.

Гравитација закривљује простор-време чинећи да енергија и информације цуре из гравитационог поља[131]. Због тога се гравитационо дејство протеже у 6-Д простор-време, за разлику од електромагнетног које је ограничено на наш реални 4-Д свет. У складу с тим, када бисмо „гледали“ гравитонима уместо фотонима „видели“ бисмо и могуће опције, а не само реализоване. Последица овог ширења гравитације на свих шест димензија простор-времена јесте и његова слабија сила у односу на Кулонову (електромагнетну).

3.30.4 Други ефекти

Због гравитационог дејства на садашњост, наслаге прошлости чине временом све стабилнији референтни систем. Примећујемо то код просипања воде која се ротира са лавором, ефекта који је Њутн (1687) сматрао доказом постојања „апсолутног мировања“, односно „апсолутног простора“, а који је Ајнштајн касније назвао Маховим принципом (зависност дате масе о целини масе свемира).

Нешто другачији доказ гравитационе активности прошлости у садашњости је кретање Меркуровог перихела у смеру ротације око Сунца. За разлику од Њутнове теорије гравитације, Ајнштајнова предвиђа кретање Меркура око Сунца не линијом статичне елипсе, већ по једној која се полако окреће са планетом око Сунца. Као што из опште релативности знамо, угао померања перихела α, изражен у радијанима по револуцији (обрту планете око Сунца), приближно даје формула

$$\alpha = \frac{24\pi^3 L^2}{T^2 c^2 (1-e^2)},$$

где је L мала оса елипсе, T је период револуције, c је брзина светлости, а e је ексцентрицитет елипсе. Због утицаја гравитације из прошлости, такође очекујемо да се угао промене перихела смањује са квадратом ,,временске удаљености``, $X_4 = icT$, тако да се ова потврда опште релативности може сматрати и као потврда о њеном додатку овде изнетом.

Утицај *тамне материје* (енг. dark matter) на ротацију галаксија могао би бити још један доказ, на пример, ако се испостави да она прати кретање маса.

Објашњење *тамне енергије* (енг. dark energy) овде представљеном теоријом је мало сложеније. Простор садашњости постаје „гушћи“ не само због све веће величине изазване „топљењем“

[131] в. 2.13 Простор и време, или 3.27 Гравитон

супстанце, већ и због растућих „наслага“ у прошлости. Садашњост, „посматрана“ из неког фиксног тренутка своје прошлости, понашала би се као тело које пада у гравитационо поље.

Релативно време би текло спорије, а радијалне дужине би постајале краће. Релативна маса и енергија тела садашњости повећавале би се тако да и релативни и сопствени закон одржања остаје да важи.

Међутим, посматрано из садашњости, кретања у прошлости била би бржа. Релативни убрзани ток времена галаксија које примећујемо све даље и даље у прошлости због удаљености од Земље надокнађује се релативним успоравањем услед њиховог кретања. Ово такође важи за масу, енергију, као и за дужину. Слично видимо у кретању сателита око Земље, где време тече брже због надморске висине, али спорије због брзине. Ове две вредности не морају се сасвим поништиавати.

Коначно, приметите да путовањем кроз свемир није могуће доћи до његовог руба, *хоризонта догађаја* васионе, јер се због повећања простора садашњости он одмиче недостижном брзином светлости. Аналогно томе, није могуће вратити се на почетак, на *велики прасак* (енг. big bang), јер би нам у замишљеном путовању кроз прошлост требало све више и више времена до бесконачности, па у овој теорији, у том смислу, заправо и не постоји почетак стварања универзума.

3.30.5 Епилог

Из овог кратког чланка можете видети колико је необична „теорија информације“ на којој радим. То је разлог зашто никога не покушавам да убедим у њену евентуалну тачност, бар не док ни сам нисам сигуран у то. У сваком случају, био бих захвалан читаоцу који би открио и указао ми на недоследност овакве „теорије“, како се не бих даље замарао са свим тим.

3.31 Околина

Да је информација и ствар перцепција видимо у разликама опажања сопственог и релативног посматрача тела (система) у кретању или у начинима комуницирања (интеракција) објеката, па и у релативизирању тежине проблема зависно од способности решаваоца.

Део *бесконачности* који примамо увек је коначан и зависан од субјекта на начин који отвара нова питања о дељивости информације. Свевременске истине конзумирамо у ограниченим порцијама на основу којих претпостављамо њихову једноличност и универзалност, а онда, због особина дејства информације, енергије целих истина су ништавне насупрот парчића које преузимамо. То на први поглед апсурдно гледиште теорије информације тема је ове приче.

Познату изреку да „оно што не можемо објаснити не разумемо“ (Ајштајнову), која сугерише и потребу истраживања нејасноћа, обрнимо и приметимо да са разумевањем бесконачности у рукама ми већ стојимо на прагу света физике са готовим објашњењима. Нечулне појаве корак по корак схватићемо као физичке и убудуће, слично прихваћеним атомима и квантима.

Није то нарочито неприхватљиво. Истине које се тичу дискретних, пребројиво бесконачних скупова математички су неспорне, штавише тачније су од физикалних, а интуиција је та која оклева и кочи нас. Она ће попустити и као што нам је у самом апстрактном исказу „2+2=4“ промакла бесконачност, наше животињско наслеђе временом свариће и будуће кораке.

Наиме, док израз „два плус два је четири“ апстрахујемо (издвајамо) из „две јабуке плус две јабуке су четири јабуке“, затим „две ноге плус две ноге су четири ноге“, па „два килограма гвожђа плус два килограма гвожђа су четири килограма гвожђа“ и даље сталним набрајањем конкретних, увиђамо да у коначно много корака није могуће доказати оно једно *апстрактно тврђење*. То је чудо математике у ткиву конкретне науке. Већ у самом једном једноставном и апстрактном изразу цела је бесконачност наше реалности.

Апстракције су важно ткиво физике, разумели ми то или не. Без *комплексног броја*, фантастичног и практичног, нема егзактне науке. Њихове бесконачности су толико уткане у ,,конкретно“ да више и не примећујемо обим математизовања самих појмова рецимо ,,реалног“ броја или линије; данас једва разумемо своју прастару свест. Нову праксу прихватамо несвесни нових спознаја.

Недалеко су и тачке *комплексне равни*. Одређују је две окомите праве линије, реална апсциса (хоризонтална оса бројева) и имагинарна ордината (вертикала), рекли бисмо још апстрактније од самих комлексних бројева – да није рецимо координације летова авиона на Хитроу у Лондону (или другом већем аеродрому). Елегантни, брзи и тачни начини означавања, усмеравања и праћења авиона тамо се изводе помоћу теорема комплексне равни.

У грађевинарству можемо радити са скромним знањем о геометријским равнима и веровати да бесконачности нема, али ако на том концепту покушамо направити *зграду геометрије* указаће се друга истина. Само зато што их не можемо јести, мирисати, шчепати рукама, или их уклопити у мистична објашњења света позната нам из давнина, комплексне бројеве (недавно су откривани) не сматрамо недостојнима. Доследно би свако будуће сазнање могло бити недостојно, јер оригиналности увек пркосе неким старим уверењима.

Поменутом збиру (2+2=4) једнако тачна су тврђења да природних {1, 2, 3, …}, целих {…, -1, 0, 1, 2, …} и рационалних бројева (разломака са целобројним називником и бројником) има једнако бесконачно много, а да ирационалних (реалних бројева који нису рационални) има више. Првих је пребројиво, кажемо дискретно много, а других непребројиво, континуум много.

Записи рационалних бројева су периодични, ирационалних нису. У децималама $x = 0{,}232323...$ пар „23“ бесконачно се понавља, па је $100x = 23 + x$, а број $x = 23/99$ је рационалан. Сви периодично писани бројеви тако су рационални. Непериодични, какав је пи (π = 3,14159...), ирационални су. Првих има *дискретно* а других *континуум* много. То су две бесконачности различите величине.

Непредвидивост следеће цифре подиже ред бесконачности слично као насумичност честица. Сва икада реализована стања свих елемената васионе дискретан су скуп, али њихове могућности чине континуум. Овај други надскуп је првом и толико пута је већи да шансе да у већем насумице изаберемо елеменат мањег нема, макар бирали пребројиво бесконачно много пута!

Ситнији смо од капи у мору могућности, али је наша реалност „свугде густа“. То је израз за скуп рационалних бројева (разломака) на бројној правој где је он такође *свугде густ*. У ма како малој околини (позитивне дужине) ма којег рационалног броја (тачке) те праве увек се нађе још неки такав број (поред многих ирационалних). Дакле, логички је могућ добро распоређен свет као скуп рационалних бројева, ни близу велик као континуум, али у њему „свугде густ“.

Коначна дељивост физичке информације чини простор-време догађаја 4-Д света дискретним, свугде густим у скупу могућности и иако мањи никада не излази из свог домена у остатак већег, без већег он не може постојати.

За интервал реалних бројева кажемо да је „затворен“ ако садржи рубне тачке, а „отворен“ ако их не садржи. Кугла је *затворена* или *отворена* према томе да ли садржи ваљску сферу или не. Комплементаран отвореном је затворен скуп (ако тачка припада једном не припада другом) и посебно је сваки коначан скуп затворен. Највећи број скупова није ни отворен ни затворен, а празан и читав простор једини су истовремено и отворени и затворени скупови.

Физичке информације су дискретни скупови и стога затворени, па нас математика и у овом случају учи да не постоји празна *празнина*, нити *универзум* који садржи све. Вакуум и целу васиону (и само њих) морамо третирати истовремено и као реалне и као псеудо-реалне информације! Пресек ма које колекције затворених скупова и унија коначно много таквих затворени су скупови, што нас враћа претходном – да реалној информацији из њеног света нема излаза.

3.32 Адхеренција

Када имамо идеју о нечему онда постоји информација о томе, а са информацијом иде и неизвесност. Прво следи из претпоставке да живимо у *универзуму информација*, а друго да са сазнавањем добијамо нешто непознато. Апстрактне представе са таквим (хипо)тезама и буквално постају предмет „теорије информације“.

Математика бројева која не циља на количине одавно се развија у функционалној анализи, топологији и теорији скупова. Мрежа њихових ставова добар је модел за даља појашњења идеје неизвесности, а надовезаћемо је на запажање (претходне колумне) да празан и сав простор као скупове који су истовремено и отворени и затворени можемо сматрати вратима између *бесконачности* и *коначности*. Рећи ћемо да бесконачност „цури“ ка нама филтрирана законима физике, а зашто је такво тумачење неопходно видећемо.

Пре свега рекли смо да закони одржања (материје, енергије, импулса, информације) следе из коначности појава. Само бесконачност може бити свој прави део и стално се трошити а увек остати иста. Додатно, топологија нас учи да бесконачни скупови (поред затворених) могу бити једини отворени, па се стално одузимати и трајати употребљиви између осталог и зато што унија ма колико отворених скупова и пресек коначно много њих чине отворен скуп.

Сви њени модели за нас су скоро једнако добри и ако вам се математичка анализа чини тешком често је довољно замишљати само „интервале“ бројева, какав је на пример $(1,2)$ у којем су

реални бројеви већи од један, а мањи од два. Иста правила као заједничке аксиоме оба, модела и примене, дају и заједничке последице.

Тачка на бројној оси је „унутрашња“ неког интервала ако је интервал њена околина[132]. Колекција свих унутрашњих тачака датог скупа образује *унутрашњост* скупа. Очигледно је унутрашњост скупа његов подскуп, а унутрашњост скупа рационалних бројева је празан скуп. Зато дефинишемо „адхерентну“ тачку скупа у чијој свакој околини је бар једна тачка тог скупа. Колекција адхерентних тачака је *адхеренција*. Сваки скуп је подскуп своје адхеренције. Адхеренција отвореног интервала је затворени интервал, адхеренција скупа рационалних бројева (разломака) је скуп реалних бројева.

Унутрашње и адхерентне тачке скупова и њихових комплемената узајамно се искључују. Отуда потреба за дефиницијом тачке на *међи* (рубу, граници) која је истовремено адхерентна тачка и скупа и његовог комплемента. Међа сваког скупа је затворен скуп. Ово су тек први појмови анализе и топологије, иначе нетривијалних (напорних) области математике. Више пута је речено да такве полазе од ставова у које је тешко сумњати да бисмо дошли не само до места којима се нисмо надали, него и до оних у које није лако из прве поверовати. Зато не журимо.

Формализам математике је подлога, али и база и надградња су у универзуму информација. Оно у шта би претходно било „тешко поверовати“ постаје однос исхода случајних догађаја и свих могућности, веза реалности и паралелних реалности, или 4-Д и 6-Д простор-времена.

Највише пребројиво бесконачан (дискретан) скуп чине догађаји једне реалности која је садашњост (3-Д простора у датом тренутку), наша стварност свих честица васионе, али толике је величине и 4-Д простор-време развијано слој по слој пратећи једну садашњост. Са разним токовима времена слични догађаји (честице) доспевају у све могуће псеудо реалности.

Може се показати да постоји изоморфизам (обострано једнозначно пресликавање структура) између односа ових догађаја и односа рационалних са реалним бројевима. Адхеренција скупа рационалних је скуп реалних бројева. Универзум једне реалности је дискретан (као рационални бројеви) за разлику од континуума (величине реалних бројева) универзума свих могућности, а други (већи) је адхеренција првог (мањег). То је корисно знати за даљи рад.

Овде ћемо стати на запажању да је унија информација такође информација и да описано 6-Д простор-време такође садржи неизвесност. Оно је информација и стога поседује неизвесност и постоји у неизвесности. Другим речима 6-Д простор-време није крај приче. Познајући *Раселов парадокс* (нема скупа свих скупова) или *Геделове* теореме немогућности, нова нас интерпретација реалности не изненађује, она добија на значају. Међутим, она отвара нови поглед на физичко разумевање садашњости и времена уопште.

Ову необичност модела 6-Д простор-времена сагледајмо заједно са замењивошћу три просторне и једне временске (ict – производа имагинарне јединице, брзине светлости и времена)

---

[132] Тачка $s \in S$ назива се унутрашњом тачком S ако постоји околина s комплетно садржана у S. Скуп свих унутрашњих тачака S назива се унутрашњост (енг. interior), ознаке int(S).

координате неким другим избором четири од њих шест. Говорим опет о симетрији простора и времена која је непосредно проверљива у *Клајн-Гордоновој једначини* квантне механике али и у Ајнштајновој општој релативности, а специфичност је теорије информације.

Откривамо је и у непредвидљивости како времена тако и простора, видљивој из ограничене брзине кретања субјекта и дозе непознатог у кретању честица. Зато што ток времена овде дефинишемо количином случајних догађаја, а онда и због *Белове теореме* (1963), према којој не можемо надмудрити Хајзенбергове релације уводећи скривене параметре, потребно нам је мало више неизвесности од оне евентуално депоноване у неком статичном 6-Д базену догађаја.

Да би се избегла заобилажења „фантомског деловања на даљину“, неизвесности времена треба оснажити насумичним настајањем садашњости из бесконачности. Скуп могућих догађаја тада не би био попут неког контејнера фиксних опција из којег би искакали случајни исходи и не би било могуће „преварити“ релације неодређености нити оспорити Белову теорему.

Простор-време Еверетових *много светова* (1957) није више скуп датих тачака, односно просторно-временских догађаја, по којој се *садашњост* креће на случајан начин, него су могућности додатно замућене дотоком из бесконачности филтрираним законима физике.

4. Васиона информација

У наставку би требали бити рестлови. Мислим на приче које у датом тренутку нисам успео уклопити у текуће због ограничења у броју речи или дигресије у теми, или им математичку позадину нисам довољно стизао проверавати, или су прелазиле у превише одважне. Међутим, оне због тога нису мање занимљиве, напротив, па ево и неких од њих.

У првој групи прича биће искорак из моје почетне идеје „макар један догађај у васиони је случајан“ у „све у васиони је случајно“. Првом сам некада хтео оспорити неизвесност тражећи контрадикцију, да бих доказао детерминизам овог света и уклопио се у оно наводно здраворазумско веровање да се све догађа због неког узрока. Али није ми ишло, па сам се одважио на строжији захтев.

Према томе, даље сматрамо да је све у овом свету сачињено од информација и само од информација, да је суштина информације неизвесност, те да је и сама васиона нека информација.

4.1 Конкретно и апстрактно

Свевременске истине и апстракције такође су информације, а оне су и дејства кроз практичне примене теорија. При томе буквално мислим на теорије.

Тек након открића закона термодинамике кренуо је развој мотора са унутрашњим сагоревањем иако су технологије за њихову конструкцију постојале и раније. Да није било открића кружних процеса топлоте (Карно, 1824) и ентропије (Клаузијус, 1850) свет би се и даље возао коњским колима, а данас просечан камионџија не мора ништа да зна о томе. Или колико је свету било тешко доказати да постоје атоми и молекуле (Болцман) чије титрање дефинише топлоту и температуру.

Слично је са још слабије познатим математичким истинама наспрам онога на шта се ти појмови конкретно односе. Једноставан пример био би апстрахован став „2+2=4“ који заправо произилази из бесконачно много конкретних запажања „две јабуке плус две јабуке су четири јабуке“, где се даље „јабука“ замењује редом безбројним физичким могућностима, попут мачке, броја ногу, килограма (два килограма плус два килограма су четири килограма).

Множење схватамо на исти начин, али за разлику од познатих примера примене аритметике направићемо и искорак у „теорију информације“. Тамо сматрамо да већа „интелигенција“ I тражи (развила се за) више „слободе“ S (количине опција) и мање ограничења H, односно „хијерархије“. Њихове вредности повезује једнакост $I = S/\text{H}$, па је слобода једнака производу интелигенције и хијерархије, $S = I{\cdot}H$. Наводнике стављам наглашавајући да то нису уобичајена значења појмова, него мало прецизнија и оперативнија.

Узмемо ли да је S квант дејства, I неодређеност импулса честице, а H неодређеност њеног положаја, ово постаје Хајзенбергова релација неодређености. Дефиниција „слободе“ у „теорији информације“ довољно је математичка да ју је (на доследан начин) могуће тако преносити.

Како је у тој „теорији перцепције“ информација (слобода или дејство) увек дискретна појава (квантована, атомизирана, у одвојеним корацима) да су све ставке, закони, као и правни параграфи дискретни, назире се неколико веза између апстрактног и конкретног.

Приметимо да су апстракције свевременске а конкретности кратког трајања. Прве су једноставне а друге су сложене, прве се мултиплицирају а друге су јединствене. Посебно, равноправност и ауторитет везани су појмови тако што једнакост генерише сукобе, као што из једнаковероватних повезница (приликом прављење) слободних мрежа израста неравноправност чворова. Тако при множењу низа способности *I* низом одговарајућих ограничења *H* добијамо већу информацију *S*, ако су два низа усклађена (оба су или растући или опадајући), а мању информацију ако један низ расте а други опада (као у релацијама неодређености).

„Свевременске истине“ могу имати бесконачно трајње, али наше перцепције ма како велике коначне су. Оне такође носе информацију, у порцијама и еквивалентну дејству, па одговарајућа енергија поједине истине никада није нулта. Физичко дејство је производ енергије и трајања, односно импулса и пута, па је и информација „свеприсутне истине“, што се нас тиче, евентуално занемарљиво малог али увек ненултог импулса.

Скуп целих бројева $\mathbb{Z}$ може се поредати у један низ 0, 1, -1, 2, -2, … и „пребројавати“. Тиме је успостављена бијекција (обострано једнозначно придруживање) тог скупа са скупом $\mathbb{N}$ природних бројева 1, 2, 3, …, што је довољно да кажемо да су та два скупа, $\mathbb{Z}$ и $\mathbb{N}$, исте кардиналности, односно да их има једнако „пребројиво“ бесконачно.

Поред ова два, пребројиво бесконачан је и скуп разломака, стандардне ознаке $\mathbb{Q}$, па и скуп свих догађаја наше 4-Д реалности. Називамо их дискетним (умерено) бесконачним скуповима, за разлику од континуума, какав је на пример скуп реалних бројева, ознаке $\mathbb{R}$ или скуп свих могућности наше реалности (6-Д), који су значајно већи.

За два скупа кажемо да су различити ако постоји макар један елеменат у једном од њих који није у другом. Да би два различита бесконачна скупа била исте кардиналности (величине) међу њиховим елементима мора постојати бар једна бијекција. Иначе, бијекција између скупова различитих величина постоји само ако су они бесконачни, па се ово својство користи за дефиницију: скуп је бесконачан ако и само ако је по кардиналности једнак неком свом правом потскупу.

Бијекција је врста симетрије за које важи Нетерова теорема (свакој симетрији одговара неки закон одржања), што значи да се закони одржања не односе на бесконачне скупове. Бесконачности су непотрошиве ако се конзумирају у коначним порцијама, а такве су и математичке апстракције. Запамтите ово где смо стали, требаће нам у једном од наставака.

4.2 Васиона

Простор, време и материја састоје се само од информација, а и њихов „универзум информација“ је посебна информација. Ово је прича о променама које очекујемо у једној таквој структури неизвесности која је и сама нека неизвесност.

Према закону одржања укупна информација васионе је константа, означимо је U (енг. universe). Мењају се информације простора (енг. space) и материје (енг. matter) тако да је $S + M = U$. Држим се делова „теорије информације" који се могу препричавати и надам се да ту спада и опис ове једноставне формуле. Успут понављам и неке иначе познате детаље.

Две су врсте елементарних честица физике, бозони и фермиони. Унутрашњи импулс, тзв. спин, првих је целобројан, а других половичан. Баждарни бозони (гравитони, фотони, W и Z бозони, глуони), носиоци поља гравитационе, електромагнетне, слабе и јаке нуклеарне силе, у првој су групи, а у другој су, на пример, честице на које те силе делују, попут фотона, протона, лептона или кваркова. Бозони су толерантни и може их бити више истих на истом месу, а фермиони нису и за њих важи Паулијев принцип искључења.

Све је то знано физици као и спонтани раст ентропије, а оно даље било би да се информација васионе стално смањује (са порастом ентропије). То, последње наведено, овде мењамо у смањивање информације материје (супстанце) на уштрб повећања информације простора. Оно је неизбежно, као информатички ефекат, зато што простор памти, а онда и због закона одржања информације. Бозони и фермиони су типичне просторне и суптстанцијалне честице.

Материја се топи у простор и простор због тога расте. Видљиви део свемира је једна кугла полупречника, рецимо R (енг. radius), са нама у центру. Граница кугле је сфера која се од нас удаљава брзином светлости. Она је „хоризонт догађаја" видљивог свемира иза којег даље не видимо. Било шта што видимо старо је колико је светлосних година удаљено.

Брзина светлости у вакууму је приближно $c = 300\ 000\ \text{km/s}$, светлосна година је пут коју светлост пређе за годину дана, а ширење свемира почело је ,,великим праском" (енг. big bang) пре око $T = 13{,}8$ милијарди година (енг. time). То ширење је у почетку (према теорији тзв. инфлације) било брже од светлости. Из оваквих простих претпоставки израчунавамо да би досадашњи ,,стварни" полупречник космоса могао бити око $46{,}5$ милијарди светлосних година.

Тим подацима и не морате веровати. Свеједно, за полупречник видљивог свемира, брзину светлости и трајање, у данашњим (тзв. сопственим) јединицама, важи једнакост $R = cT$. Наиме, позната је претпоставка да је васиона приближно хомогена (уједначена низ линије) и изотропна (уједначена по угловима), те да је равна (еуклидска) и то нам олакшава прорачуне.

Супстанце је све мање и информација простора расте спорије. Њен прираст обрнуто је сразмеран времену; из тога следи диференцијална једнакост ($dS\colon dR$ и $1\colon T$), а из ње $S = k \cdot \log R$, где је k нека константа (множи логаритам полупречника). Ове ,,претпоставке" физици нису познате!

Са растућом ентропијом супстанце опада њена информација и таложи се у меморију простора. Теорији информације какву заступам све је нека информација, свака информација је неко дејство, па онда и прошлост делује на садашњост. Тако је „спашен" и закон одржања садашњости, јер прошлости је све више што је супстанце мање, али је њено деловање на „сада" тачно толико да закон одржања информације важи.

Из поменуте логаритамске једначине произилази да је и како је ,,снага“ ентропије диктирана, поред осталог и брзином светлости. Супстанца се претапа у простор али не брже од раста полупречника васионе, а тај је одређен брзином светлости. Друго је питање да ли је брзина светлости у вакууму увек иста, али то овде и није тема а одговор не би утицао на скицу резултата које објашњавам.

Према теорији информације брзину тока времена дефинишу реализације случајних догађаја. Како је са старошћу васионе све мање супстанце, а она се радије реализује од простора, то време васионе тече све спорије. Ми не примећујемо успоравање сопственог времена, али њиме бисмо могли објашњавати све брже удаљавање од нас све даљих галаксија.

Замислимо да неким времепловом путујемо назад ка настанку васионе, ка великом праску. То путовање трајало би бесконачно. Толико би нам требало и када бисмо ишли ка граници свемира, хоризонту догађаја, који од нас бежи за нас недостижном брзином светлости. У том смислу нема почетка свемира и нема његовог руба. Међутим, мерено сопственим мерилима (садашњости) те две бесконачности су коначне.

Сличан, обрнут је парадокс посматрача изван гравитационог поља који би гледао пропадање неког тела у црну рупу. Оно никада не стиже до хоризонта догађаја те екстремне гравитације, јер му релативно време тече све спорије. Сопственом посматрачу датог тела, напротив, сав процес прошао би брже.

Стваран или замишљени овај модел представља још једну врсту капије између коначног и бесконачног са (објективним) посматрачима који би исту појаву видели крајње различито. Али овде он је доказ да би „универзум информација“ који би и сам био информација био логички коректан.

4.3 Субјективна логика

Интуиционизам је филозофија математике заснована од холандског математичара Бровера (L. E. J. Brouwer, 1881-1966) на идеји да је математика креација нашег ума. Математичке истине се могу схватати само менталним конструкцијама које доказују да су тачне, а комуникација између математичара је средство за стварање истог менталног процеса у различитим умовима.

За интуиционизам је зависност истине од времена кључна. Ако у датим условима неко тврђење не можемо доказати и, у варијанти те филозофије, када га уопште није могуће доказати, онда оно нити је тачно нити је нетачно. Доследно томе, интуиционисти разматрају и реалан број који нити је нула нити је различит од нуле, на пример, јер постоје једначине које у датим условима није могуће решити, или су уопште нерешиве. Они зато сматрају да ни метода доказивања контрадикцијом (основа геометрије) није прихватљива.

Када њихов резон сажмемо у тврђење да „постоји реалан број x за који није тачна једнакост $x = 0$ и није тачна негација те једнакости“ или парафразирам „да постоји број који не постоји“, онда морамо имати резерве према том концепту субјективне математике. Са друге стране, са становишта теорије информације у којој су простор, време и материја саме информације, дакле

комуникације и перцепције, онда филозофију интуиционизма нећемо сасвим одбацивати. Она је једна редукција права математике на истину, рећи ћемо.

Повода за свађу поборника класичне и интуиционистичке математике било је. Такав један био је доказ Болцано-Вајерштрасове теореме (1817) због свог изразито неконструктивног карактера. Укратко, она каже да сваки бесконачан и оганичен скуп тачака реалне осе има бар једну тачку нагомилавања. Наиме, све почетне тачке стаће у коначан интервал, њега делимо на два једнака дела од којих узмемо половину са бесконачно много тачака. Њу затим поново делимо и опет узимамо половину са бесконачно тачака. Настављајући процес подела све краћих интервала и узимајући увек онај са бесконачно много тачака, у бесконачности је сама тачка нагомилавања.

Видљиво је да ова теорема и њен доказ не дају методу која би одредила ту ,,недостижну тачку“, него говоре само о егзистенцији. Слично је са ,,основном теоремом алгебре“ која каже да свака полиномска једначина има решење, али не и које. Тако је и са поступцима итерација у безброј корака, па са израчунавањима лимеса, са израчунавањем интеграла. Интуиционисти би такве методе избацивали из математике.

Велики немачки математичар Хилберт (David Hilbert, 1862-1943) рекао је том приликом ,,Нећемо бити протерани из раја који нам је Кантор створио“, мислећи на бриљантну логику бесконачности које је открио оснивач теорије скупова (Georg Cantor, 1845-1918). Неки математичари, као и већина физичара, у тај ,,рај“ нису ни улазили – може се приметити.

Поред ове субјективна је и конструктивна математика. Она замењује фразу ,,постоји“ са ,,можемо конструисати“ и карактерише је захтев да доказ мора бити алгоритамски. Такође прихвата тврђење да ,,постоји реалан број који нити је једнак нули нити је различит од нуле“, јер има једначина за које нема алгоритма (са коначно корака) до решења. Такве су полиномске петог и већег степена. Они ће признати резултате дужег поступка, за нестрпљиве интуиционисте неприхватљиве, али не и бесконачне итерације.

Следећи је занимљив и необичан пример доказа прихватљивог класичној математици, али не и конструктивистичкој. Ознака x^b значи степеновање првог броја другим, нпр. 5^$2 = 25$, а не сазнавајући број x доказујемо да постоје ирационални бројеви x и b такви да је x^b рационалан.

Нека је b корен из два, тј. b^$2 = 2$. Лако је утврдити да је b ирационалан, а тешко је то за број b^b, па друго питање заобилазимо. Ако је b^b рационалан, онда ставимо да је $x = b$, а ако је ирационалан ставимо $x = b$^b. Према томе, x^b је рационалан! Наиме, у оба случаја важи закључак. Ако је b^b рационалан, онда је тражени x^b рационалан, јер је $x = b$. Ако је b^b ирационалан, онда је x^b = (b^b)^b = b^(b^2) = b^$2 = 2$, опет рационалан.

Субјективне логике на један или други начин сужавају терен математике и остају без доброг објашњења за одбацивање ,,вишка“ истина.

Конзистентност одбаченог не иде им у прилог. Они личе на физику уочи открића квантне спрегнутости када је негирано ,,фантомско деловање на даљину“ претпоставком ,,скривених

параметара“ квантне механике. Деценијама је игнорисана Белова теорема (несубјективне логике) која такве параметре оспорава и дозвољава спорне делове физичке стварности, да би након експеримената та филозофија избегавања испала наивна, а ,,непријатна“ теорема и њене физичке реалности прихваћене.

Теорија физичког света чија је бит информација а бит информације неизвесност и која ће уз то рећи да је и највеће замисливо мноштво информација такође нека информација, не да се затворити и искључити бесконачност. Чак и ако утврдимо да је свака перцепција (нас, физичких појава, честица) коначна, да је свака комуникација која нам се може десити увек у коначним износима, опет не одбацујемо свевременске истине као информације и дејства, осим што их држимо за безенергетске.

Наше перцепције универзалних истина њихови су коначни исечци, ограничени по временском опсегу или некој ширини, па онда и (ненулти) по енергији или импулсу. Што већи део бесконачне истине приметимо то је она за нас суптилнија, мање је енергична и мање импулсивна. Ово се лепо уклапа у логику информација које у вишку иначе постају дезинформације, или конкретније речено, у робу на тржишту чија већа количина проузрокује њену мању цену.

У теорији информација делом смо субјективни а делом се одричемо схватања себе као центра и узрока постојања овога света, или његове главне суштине, али дозвољавамо себи разумевање и оних стварности које су изван непосредног домета наших чула. У томе је она слична и различита од свих познатих субјективних логика.

4.4 Виталност игре

Ако правилом постижемо предвидивост, онда је непредвидивост кршење правила. Али ако правила кршимо превише или пречесто тада губимо стратегију. Ово је прича о теорији игара и значају изненађења за победу, па онда и о информацији.

Да природа воли ,,опуштеност'' видимо по универзалном закону инерције. Тежња релаксацији је и одржавање стања мировања или начина кретања све до дејства силе. Тело је у свом ,,млитавом'' стању зато што му је такво у датим условима највероватније, а обзиром да већој вероватноћи одговара мања информација – зато што тада најмање комуницира. У свом пасивном стању тело се лишава неизвесности.

Стога је нулти ниво игре крајња спонтаност. Оно је и у крајње насумичном повлачење потеза, јер мање информативне ствари су вероватније, које се дешавају чешће. Сила мења вероватноће. Преокренути игру у своју корист, на победу, значи додати неизвесност, повећати информацију односно дејство, употребити силу. Поред количине, стратегију карактеришу врста информације и њена структура.

Нека су у датом низу ситуација (догађаја) способности (импулси) субјекта вредновани редом као компоненте вектора (a,b,c,…) и нека су оне супростављене ограничењима (позицијама) одговарајућих износа (x,y,z,…). Збир помножених парова, $S = ax + by + cz + \dots$, који има форму скаларног производа вектора, називамо *информацијом перцепције* или слободом. Када су

коефицијенти ових низова оба растући (опадајући) слобода је највећа, а када су супротне монотоности, први растући (опадајући) а други опадајући (растући), она је најмања. То нам је (из мојих прича) познато од раније.

Према износу слободе *S* субјекте делимо на жива и нежива бића. Прва је имају у вишку у односу на друга. То је њихов вишак информације због чега су виталнија и имају већу способност бирања. За разлику од живих, нежива бића се крећу по принципу најмањег дејства физике. Експоненцијална вредност слободе је број (средњи неких) опција $N = \exp(S)$. Њој инверзна функција је почетна слобода $S = -\log(P)$, овде писана као логаритам вероватноће $P = 1/N$ поједине опције.

Познат, а непознат пример информације неживог тела је збир дејстава по координатама. Посебно је то збир производа неодређености импулса и положаја честице узетих дуж координатних оса, при чему на ,,четвртој координати'' имамо производ неодређености енергије и времена. Најавих да за примере информације живог тела узимамо и стратегије из теорије игара.

Виталнија стратегија била би, парафразирам: ,,око за око, мило за драго''. То следи изречене дефиниције слободе. На негативну агресију једног опонента други би узвратио сличним, затим би први вратио ,,истом мером'', па други првом и играчи би настављајући заглавили у блокади, осим ако се у неком кораку неки од њих не одлучи да крши правило, да нпр. непредвидљиво опрости. И у супротној блокади, у непрестаном узвраћању љубазности, излаз је кршење правила, тада рецимо злобом. Дакле, опет ништа без изузетка.

Према наводној теорији, непредвидљивост игри на победу додаје информацију, а то је дејство и ,,сила'' која може мењати постојеће стање (status quo). Играч је додаје повремено ради преваге у поменутом алгоритму реципроцитета (око за око, мило за драго), који би сам био само одржавање стања равнотеже. Примери су свугде око нас.

Када купац улази у продавницу и даје новац за робу остварује се стање равнотеже. То јесте стратегија узвраћања (реципроцитета), јер би аљкав продавац, или добрица који робу пречесто даје испод цене – пропадао. Успоставе ли суседне државе нови стандард за кромпир који домаћима не одговара а домаћи не узврате одговарајућим мерама страда им производња кромпира. Уопште у надметању, опонент који олако прашта или траљаво узвраћа смањује поменуту слободу *S* и у тај мањак противник може додати своју иницијативу за победу.

Пре свега, овде због потребе за непредвидљивошћу, у играма на победу нема најбоље стратегије. Због исте потребе, поменуто ,,узвраћање до равнотеже'', иначе једна је од успешнијих тактика која се обично боље пласира на такмичењима организованим ради тестирања теорија, постаје још убојитија ако је начин узвраћања уз то и непредвидив. Такође, није изненађење да су испод ње млитави алгоритми, па ни да су доњи и они превише грабежљиви (за бодовима). Исувише предвидљиве играче је, поред осталог, лако увести у клопку.

Ретко је познато да стратегија ,,добитак-добитак'' (енг. win-win game) скоро увек губи од стратегије ,,губитак-губитак'' (енг. lose-lose). Прву виђамо је у трговини (добро купцу, а добро и продавцу),

или у политичкеим компромисима, а збуњује то што она личи на горње узвраћање, али битно се од ,,реципроцитета'' разликује по инсистирању на доброти, односно налажењу заједничких интереса због чега се опције играча значајно смањују. Та ,,игра добрица'' изразито је неповољна против опонената који би је једнострано напустили и постали ,,злоће'', а то се лако дешава ако нема треће силе (државне принуде) да их у томе спречава.

Пример друге стратегије (лоше-лоше) је жртва фигуре у отварању (гамбит) у шаху ради постизања боље позиције, или економска инвестиција (губитком од профита). Она обично већ у старту има непредвидљивост (ризик) и дозу тактичке агресивности.

Чак и у ,,минимакс стратегији'', игара које су отворене попут шаха или тако изгледају, када вучемо потезе остављајући другој страни најмање шансе да јако узврати, врхунски играчи знају бирати ,,лош'' потез да би дигли ниво игре у некој следећој фази и поправили своје изгледе за победу. Те импулсе неочекиваности препознајемо и у поразу чувеног велемајстора и првака света Капабланке (1888-1942) од мање познатог шахисте Ретија и његовог чудног отварања (тзв. ретијевке), или Капабланкиног губитка титуле од Аљехина (1892-1946), руског велемајстора познатог по непредвидивим заплетима, или жртвама фигура и позиција.

4.5 Организација

Постоји ситуација када ентропија није екстензивна (већ интензивна) величина, тј. није пропорционална количини супстанце него зависи од могућих распореда молекула. Као што ћемо видети ова неправилност открива неке занимљиве особине организовања уопште.

Интензивна ентропија јавља се у термодинамици тзв. микроканонских ансамбла, у одсуству интеракција између честица, па и у независности од редоследа истих. Разликујте замењивост од распореда, варијације од комбинација! Неизбежна је и у разматрањима Гибсовог парадокса, у преграђеној посуди неразлучивих (сасвим једнаких) честица гаса, недавно сам писао (има у овој књизи), када се ентропија посуде не повећава уклањањем преграде.

Ентропија би се смањила у посуди са гасом (или текућином) преласком молекула из равномерног у неравномеран распоред. Други закон термодинамике (топлота спонтано одлази са топлијег на суседно хладније тело) био би нарушен. Иначе, молекуле теже стању хладнијег тела, већој разуђености или уједначенијем распореду, мањем осциловању, а то су претежни процеси и у њима ентропија остаје екстензивна величина. Међутим постоје изузеци, преломне тачке које су прекретнице о којима сам такође писао, тада поентирајући на границу између живог и неживог.

Нагомилавањем молекула гаса смањује се њихова ентропија и повећавају (потенцијалне) енергија, дејство и емисија информације. Тај неспонтан раст противан је начелном минимализму информације и догађа се, на пример, у случајевима настанка виталне[133] врсте организације.

Једна врста организовања је тачка преокрета која као да пркоси принципу најмањег дејства. Сличну форму налазимо у паљењу ватре која додавањем горива може трајати данима, као и у

[133] такође ретке појаве

шумским пожарима, или на другој страни у олујама, или у одржавању империјалног капитализма у сталном ширењу, каквог је описивао Карл Маркс. У тој форми јавља се живот на Земљи.

Невелик ниво организовања о којем говорим био би оркестар који свира тачно по упутама диригента. Била би то жељена врста хијерархије наивних диктатура: једна држава, један лидер, једна воља; једна свест која управља свима. За разлику од таквих, дакле простијих облика организовања, жива бића постижу сложеније нивое. Њихове ћелије су на вишем степену оба, аутономије и контроле. Посвећују својој организацији више информације, одричући се омогућују јој већу слободу и компликованије циљеве.

Замислите да наша свест као апсолутни лидер хијерархије својих ћелија управља свим радњама тела. Од стварања еритроцита (крви) преко њихових токова до употребе, свим метаболизмима, радом јетре, варењем и многим другим паралелним процесима којих иначе нисмо свесни. Не бисмо живели!

Да би пређле неповратну тачку помоћу поменуте аномалије ентропије, подређене ћелије у почетној фази свог живота остају неразличиве (стем ћелије) а тек затим се специјализују у различита ткива. Тада изгледају као различити стручњаци на истом послу, да би виши организам достигао већу емисију информације и већу количину бирања, а заправо су све истог кода (ДНК). Са наше данашње тачке гледишта такве јединке су незамисливо обесправљени, исцрпљивани и одани робови своје организације.

У аналогији са неком далеком будућом државом, ако људи икада еволуирају у поменуту вишу организацију, гвоздена ће дисциплина њених грађана, њихова ефикасност и посвећеност заједничком друштвеном циљу постати налик ткиву стабла дрвета или нашег тела. Лидер (председник) неће бити потребан. Штавише, један вођа неће бити могућ, као што би и покушај свесног управљања свим процесима нашег тела брзо довео до смрти тела.

Јединствен код живог бића, или почетна безличност ћелија, потребна интензивној ентропији можда би имала еквивалент у једнонационалним државама. Каснију специјализацију обесправљених индивидуа сложена организација тражила би за своју повећану оперативност. Не оствари ли се нека симулација ,,перпетум мобила'' (вечног кретања), изједначености дотока и потрошње информације, жива бића би старила и умирала, унутрашња брже од спољашњег.

Равнотежу апсорпције и емисије дејства (информације) налазимо у прашумама (џунглама, кишним шумама) као и у затвореним екосистеми, али и свим другим системима за које кажемо да су само-одрживи. Они стално добијају сировину из вањских ресурса да би је непрестано емитовали, сада кажемо у облику дејства, односно информације. Али и тзв. одрживи системи трају само док траје околина у којој они могу да ,,живе'', а све у ,,свету информација'' стално се мења.

Испада да је ,,витална интеграција'', тема ове приче, диктаура са почетним врлинама које се трајањем неминовно троше и дезинтегришу.

4.6 Виталност конкуренције

Није нека тајна да развој интелигенције поједине врсте живог света прати пораст броја опција, сложености њиховог окружења и повећање слободе бирања, као и да у датом тренутку способност решавања проблема јединке опада са количином вањских ограничења. Погледајмо какве то има везе са конкуренцијом, не само у економији или политици.

Из ($I_k = S_k : H_k$) пропорционалности интелигенције са слободом дате ситуације ($k = 1,2, \dots n$) и обрнуте пропорционалности са степеном хијерархије следи пропорционалност слободе са обе величине, интелигенције и хијерархије ($S_k = I_k \cdot H_k$). Када постоје независне ситуације, тада постоје и независне овакве слободе, а збир свих таквих које субјект може перципирати је укупна слобода ($S = S_1 + S_2 + \dots + S_n$). Она је информација перцепције. Субјект са већом информацијом перцепције има веће могућности бирања и сматрамо га виталнијим.

Код јединке, информација перцепције мери личне способности наспрам окружења; било да се ради о биолошким живим бићима, вештачкој интелигенцији, аутоматима, или простој физичкој супстанци. Код подсистема у надметању, где је способност првог (I_k) супротстављена отпору другог (H_k), реч је о виталности система.

Када су вредности интелигенције и хијерархије обе растуће, на пример $I = (1,2,3,4)$ и $H = (1,2,3,4)$, или обе опадајуће, кажемо када су исте монотоности, њихов производ ($S = I \cdot H$) је максималан. У датом примеру је $S = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 3 + 4 \cdot 4 = 30$. У случају супротне монотоности овај производ био би минималан, $1 \cdot 4 + 2 \cdot 3 + 3 \cdot 2 + 4 \cdot 1 = 20$, са најмањом виталношћу.

Хајзенберове релације неодређености кажу да је производ неодређености импулса честице и њеног положаја реда величине Планкове константе, $p \cdot x = h$. То значи да тачнијим мерењем импулса честице нетачније сазнајемо њен положај и обрнуто. Ове се релације односе на све координате (правце). Збир тих производа постаје информација перцепције. Он показује супротну монотоност (низова импулса и положаја) и, према томе, минималну живахност честице.

Како Хајзенбергове релације важе за све елементарне честице физике, то такве сматрамо најмање слободним у смислу ,,теорије информације''. Оне немају информације у вишку, минимално су способне да бирају и подвргавају се принципу најмањег дејства физике. Другачија је прича са живим бићима.

Напомињем још једном, информација перцепције није својство само елементарних честица физике или живих бића. Низ производа одговарајућих компоненти ,,интелигенције'' и ,,хијерархије'' можемо приписати независним ситуацијама било којег система бирања и добити меру ,,вишка информације''. Ако већу интелигенцију супротстављамо већој препреци, а мању мањој, слобода је максимална, а када је сасвим супротан случај, да се већем ометању супротставља мања способност и мањем већа, онда имамо неживе ствари физике које се крећу по принципу најмањег дејства. Сви остали случајеви су између те две крајње вредности.

У претходном тексту помињао сам виталности игре ,,око за око, мило за драго'', када на иницијативу нападача (вањско ограничење) друга страна одговара сразмерним интелигентним одговором, при чему је поента приче била на непредвидљивости. Свеједно, због пропорционалног отпора предвиђамо да се та стратегија добро пласира на такмичењима игара (ради тестирања теорија), а то се заиста и дешава.

Сличан је расплет са равноправношћу у датом сегменту друштва која повећава његове напетости, због чега можемо рећи да једнакост генерише сукобе. Тако су жешћа и успешнија спортска такмичења са уједначеним почетним позицијама учесника. Зато демократија ослобађа већи потенцијал народа, а ширење принципа равноправности ствара већу потребу за правницима и новим регулацијама.

Мало другачији пример о којем сам такође писао, али не у овом контексту, био је значај конкуренције на тржишту за економски развој друштва. То је позната ствар, па нема потребе за детаљисањем. Укратко, имати монопол на неку робу на тржишту боље је за монополисту, али услови конкуренције бољи су за друштво. Приметимо додатно да је ,,животност игре'' дуопола већа због веће информације перцепције таквог система.

Привлачност ,,забрањеног воћа'' такође је израз вишка информације перцепције. Када тинејџер бежи од куће он демонстрира жељу за слободом, а то уједно постаје пример претеране напетости и пуцања веза. Пример неуспешног одржавања ривалства је и сепаратизам.

Већа уједначеност снага позиције и опозиције представља већу ,,живахност'' друштва, што значи бржу прилагодљивост, већу разноврсност, али и тежу контролу. Као у случају здраве конкуренције на тржишту, политичка конкуренција више је добробит за друштво него за владајуће странке.

У историји ћемо наћи да се чешће распадају државе после деспотске владавине, рецимо након смрти владара, а сада додајмо објашњење да онај преостали ,,доминантнији'' играч није дорастао ситуацији наметаној од сепаратиста. Деспотија је нижа врста организовања која губи информацију и заостаје, она временом постаје све неспремнија за компликације.

Људска врста показује значајан вишак могућности у супростављању природним законима, у њиховом крођењу. Ми се понекад понашамо понизно према природи око себе, али почесто и као да нам је она конкурент кога треба побеђивати, надвладати. Резултат те живахности је брзина прогреса коју немају остале врсте.

4.7 Развој закона

Све оно што може да делује у простору, времену и материји једино су информације, а и сама њихова васиона је таква. Информације су и законитости тих деловања.

Под законима овде подразумевамо све слично од таблице множења до закона гравитације, док њихову универзалност разумемо како просторно-временски тако и у односу на различите скале величина. То је присутност свугде и увек где би се појавили одговарајући предуслови, али и у

аналогијама. Извесност тих закона која би сама била спорна, кроз ограниченост наших перцепција добија дозу непредвидљивости неопходне информацији. Погледајмо редом.

Васиона је огромна. Због њеног трајања и величине, посматрана као једна информација, њено дејство има занемарљив импулс и енергију. Да таква целина може бити једнако утицајна као и њен најмањи део у складу је са својством ове теорије, да превише информација дезинформише. Са друге стране то је у реду и са становишта закона великих бројева теорије вероватноће који предвиђа да све већи системи случајних догађаја буду све извеснији, тј. мање информативни.

Релација ,,2+2=4'' онолико је општа на колико се ситуација односи а њихов број, нашег универзума, мења се временом. На Њутнов закон гравитације, $F = GMm/r^2$, могла би утицати и евентуална промена гравитационе константе на још један начин. На пример, као код електромагнетизма и слабе интеракције које се на данашњем слабом нивоу енергија јављају у две веома различите силе које су биле уједињене на енергијама 246 GeV и температурама око 10^{15} K ране васионе.

Управо чињеница да је свака честица информација а да је суштина информације неизвесност тражи од околине тих честица сталну промену, ако се већ оне саме не мењају. Зато се васиона стално мења, јер то њени најмањи делови не могу довољно чинити због закона одржања и своје једноставности.

Информација је количина и зато има смисла говорити о све мањим деловима, честицама информације. При томе приметимо да смањивање испод неког малог количином, али оптималног пакета неизвесности значи повећање извесности. Ти су пакети границе коначне дељивости информације (до кванта дејства) и њихова је егзистенција у складу са познатим ставом да електрон пре мерења нема тачну путању (копенхагенска интерпретација квантне механике), а сада откривамо да све дубље испод њиховог нивоа опет ниче нека растућа извесност.

Елементарна честица у свом стању оптималне информације (неизвесности) налази се нигде и свугде, а њену путању дефинише предаја вишка неизвесности (информације) мерној апаратури којим чином се ствара извесност честице.

Развојност закона временом није неприхватљива (хипо)теза чак нити са становишта неколико горњих запажања. Међутим, поред поменутих ,,промена'', покушајмо ствари разумети и на следећи уопштен начин. Не креће се Земља око Сунца само зато што следи неки статичан закон гравитације, него се силе гравитације тако премештају. Кретање електрона у електромагнетном пољу, заједно са законитостима којима су електрони одређени, можемо схватати не као кретање тих честица него и као премештање самих набоја и закона. Тако гледајући, на пример, принцип минимализма информације постаје примењив и на саме законе.

Знамо за различите истине које називамо универзалнима и за разне начине којима оне на нас делују. Такве су и теореме математике. Због њихове претпостављене свеприсутности и свевремености као целине оне не би могле имати импулс или енергију у дејству, осим ако их

перципирамо у коначним порцијама. Универзалне истине са светом информација могу интераговати само својим деловима!

Дакле, понављам, комуницирамо само перцепцијама информација, па макар ми били у интеракцији и са неким ,,ваљским светом''. Ми смо стања ограничена дометом сопствених чула из чијег света у неки вањски заправо никада не излазимо. Исто важи за сваку физичку честицу. Оне најмање имају најмање информације (информација је количина) али не могу без неизвесности, па се свет микро-физике своди на субјекте малих могућности избора. Погледајмо то сада у односу на скале величина.

Просечан слон може дићи 4-5 процената своје тежине помоћу сурле, он тежине од три до шест тона носи 300 килограма. Просечан човек може дизати себе, што је мало више од 60 килограма, али мрав са свега пар милиграма подићи ће 50 пута себе. Веће тело спорије губи топлоту (површина му расте са квадратом, а запремина са кубом висине). Неизвесност већег мноштва је мања (закон великих бројева).

Промене закона које примећујемо прелазећи из микро у макро физику делом долазе од саме геометрије, делом од теорије вероватноће, а уопште из области за које не бисмо рекли да су гране физике. Оне су такође различите перцепције наводно бесконачних истина које су ,,тамо негде'' и ко зна шта у некој својој стварности представљају.

Коначно долазимо опет до тополошких појмова отвореног и затвореног скупа који се истовремено могу наћи само у празном скупу и у унији свих скупова. Тако је вакуум препун којечега, са чиме би и васиона могла бити блиска. Она може бити бесконачна а да ми опажамо само њене коначне делове, да би са једне стране била извесност а са друге, наше – неизвесност и информација.

4.8 Фрактали

Свака периодична појава носи неко дејство и сопствену информацију – теза је теорије информације. У прилог јој додајемо и следеће познате налазе.

Енергија светлости мери се фреквенцијом једног фотона (честице-таласа светлости). Густина енергије звука и брзина звучног таласа расту са притиском звука и брзином честица које осцилују. У дубинама већим од таласне дужине проток енергије воденог таласа пропорционалан је густини воде, гравитационом убрзању квадрату висине таласа и периоду. Међутим, горња теза односи се и на мање познате примере.

Када јединични квадрат поделимо на девет једнаких квадрата и избацимо средњи остаће ,,прстен`` површине 8/9. Исто урадимо са сваким од преосталих осам квадрата и добићемо шупљикаву фигуру површине 64/81. У трећем кораку радимо исто са сваким од 64 квадрата за фигуру површине трећег степена разломка 8/9. У десетом кораку то ће бити десети степен поменутог разломка, а бесконачним понављањем настао би ,,тепих Сјерпинског``, раван фрактал површине нула први описан од Вацлава Сјерпинског 1916. године.

Какве овај ,,тепих'' има везе са информацијом? Прво, ако је површина вероватноћа, њен логаритам је информација и она је пропорционална кораку итерације (лат. понављање, обнављање). Збир информације петог и десетог корака једнак је информацији 15-ог корака, али то је уопште, па за ову рекурзију (уметања самог себе) важи закон одржања. Према Нетеровој теореми, ако имамо закон одржања онда имамо и неку симетрију, овде итеративну.

Површина Сјерпинског добро имитира просту, Хартлијеву информацију због чега се држи принципа најмањег дејства физике. У том смислу веома је ефикасна и као мустра ,,тепих антене'' за хватање електро-магнетних порука, што је већ примећено у технологији мобилних телефона. Попут мрежа Барабашија, на пример слободно формираних путева интернета, или слободног тржишта капитала, познанстава славних и мање славних људи – које подлежу истој расподели вероватноћа, степеном закону (енг. power law), ове антене Сјерпинског својом успешношћу у спровођењу информација надмашују друге структуре.

Кохова пахуља је назив за облике добијене рекурзијама троуглова које је осмислио шведски математичар Кох (Helge von Koch, 1870-1924) крајем 19. века. Рецимо, једнакостраничном троуглу на средини сваке стране (ивице) додамо три пута мањи такав и избацимо додирну ивицу. Поступак понављамо на додатим све мањим ивицама са све мањим троугловима. Појављује се ,,пахуља'' са коначном површином а бесконачним обимом!

То није фиктивна идеја, јер је британска обала слично разуђена. Са све финијом размером карте и мањим мерним јединицама дужине обим острва неизмерно расте, али не и његова површина. По томе што више једног значи мање другог, али и по ефикасности иначе типичног допуњавања неживих твари ова појава подсећа на релације неодређености, или на ,,слободу'', сабирак информације перцепције који се састоји од производа ,,способности'' и ,,ограничења''.

Беноа Манделброт (1924-2010), пољско-француско-амерички математичар, шездесетих година 20. века почео је да се бави самосличношћу у својим радовима попут ,,Колико је дугачка британска обала''. Он је 1975. године употребио реч „фрактал“ (лат. сломљен) да означи објекат коме је Хауздорфова димензија (мера грубости или хаоса) већа од тополошке. Своју математичку дефиницију илустровао је задивљујућим визуелизацијама помоћу рачунара.

Карпентер Ловен који је 1978. године радио у фабрици Боинг у Сијетлу цртајући авионе у природи искористио је Манделбротове идеје да компјутерским рекурзијама добија планинске венце на хоризонту. Геометрија фрактала једноставно даје облике које гради природа у гранама корена, стабла дрвета, лишћа, или изломљене линије планинских ланаца, или замршене петље морских обала, за разлику од еуклидске геометрије правих линија, троуглова, кругова, коју користе инжењери. Њена предност је у брзини цртања.

Алгебарски фрактали настају итерацијама функција задатих једноставним алгебарским формулама. Норвешки математичар Нилс Абел је почетком 19. века доказао да не постоје универзалне методе за решавање алгебарских једначина петог и вишег степена, него се до решења мора долазити бесконачним низом све краћих корака. Апроксимације је уопште

математика је откривала вековима, у разним методама прилажења решењу постепено са све већом тачношћу.

Коначним перцепцијама ми успевамо хватати бесконачност рекурзијама, итерацијама као и рачуном лимеса уопште. Раније сам помињао исти модел у разумевању релативног успоравања времена тела које слободно пада ка хоризонту догађаја црне рупе.

Понављањем уметања алгебарске функције у промењиву исте функције настају занимљиви низови који графички представљани личе на геометријске фрактале. Најпознатији такав је тзв. Жулијин скуп формиран функцијом квадрата промењиве додатом константном броју. Из Жулијиног скупа добија се Манделбротов скуп, сматран најсавршенијим од свих фрактала. Прикази ових рекурзија постајали су ,,заштитни знак'' фрактала и били су престижан модни дизајн крајем 20. века.

Међутим, сваки аспект физичке информације коначно је дељив, па упркос закона одржања, реални фрактали следећим итерацијама све више дегенеришу. Они су информације и не могу бити себи идентични нити са горње стране. Свака перцепција је и одозго ограничена и уместо бесконачног увећавања имамо све лошије имитације.

Тако је тепих Сјерпинског у реалности приближно нулте површине и одговарајуће деформисаних последица. Са друге стране, теза да су информације таласи и обрнуто, са теоријом фрактала ипак прелази и на итерације по скали величина и у информације самосличности микро и макро света. Оне јесу аналогне познатим периодичним појавама, рецимо смени стања и процеса квантно-механичкг дуализма (вектора и оператора), али опет сваки пут са неком својом посебности.

Поговор

Од 1996. до 2022. горине радио сам у Гимназији Бања Лука као професор математике, а пре тога у банкарству као пројектант и програмер информационих система. Завршио сам студиј математике у Београду, са неколико изборних предмета из информационих система, теоријске физике (проф. Ђорђе Мушицки) и квантне механике (проф. Федор Хербут). Током студија су настајале идеје за неке од ових прича, али њихова дорада и изношење у јавност стицај су недавних околности.



Слике су неке од ретких које сам успео сачувати. Две су из многобројних разреда Гимназије, а две су са једног од путовања у Кину на међународно такмичење кунгфу борења и промоције моје књиге ,,Физичка информација'' у Народној и универзитетској библиотеци Републике Српске.

Аутор, 2020.

Библиографија

[1] Растко Вуковић: *ФИЗИЧКА ИНФОРМАЦИЈА* – у друштвеним појавама и математици; Економски институт Бања Лука, 2019. (https://www.scribd.com/document/406574702/)

[2] Растко Вуковић: *МИНИМАЛИЗАМ ИНФОРМАЦИЈЕ* – физичка информација и примене; Економски институт Бања Лука, 2020; (https://www.scribd.com/document/421087302/Minimalizam-informacije)

[3] Растко Вуковић: *ДЕЈСТВО ИНФОРМАЦИЈЕ* – енергија, време и комуникација; Економски институт Бања Лука, 2020. (https://www.scribd.com/document/440746867/Dejstvo-informacije)